

# MEMORIA SEMINARIO.

## MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO TROPICAL.

ANA PRIMAVESI – IICA COL Feb 26,27,28 / 2001

---

### SEGUNDO DÍA.

Quiero hacer una introducción a la Agricultura Orgánica, porque esta ha venido siendo vista de manera un poco distorsionada, bajo las normas que recibimos de Europa. Allí no sirve para mejorar los suelos ni para nutrirlos. Por el contrario, ellos no consideran el suelo, y la gente cada vez menos quiere producir, porque toda la agricultura europea y norteamericana es subsidiada, no así la orgánica. Los gobiernos quieren que se produzca orgánicamente porque es más barato, además consideran que se produce menos, de tal manera que la organización está hecha para producir menos y no para producir más. Nosotros aquí en América Latina tenemos varias experiencias en donde la producción orgánica es mucho mayor que la química, en regiones donde los agricultores convencionales se convirtieron en orgánicos, justamente para producir más y mejor.

En Agricultura Orgánica el enfoque cambia, eso es lo que les quiero mostrar, porque es básico que no tengamos el enfoque racional, temático, no es un tema. Ni una parte, ni una fracción de un tema, lo que nosotros enfocamos es un conjunto, porque en la Naturaleza todo funciona en ciclos y en sistemas, por eso hablamos de ecosistemas. Eso los incluye automáticamente. Un ecosistema es un sistema que queda solamente en un determinado lugar. Entonces no puedo transferir tecnología de América del Norte, de Europa o de cualquier otro lugar para Colombia, porque aquí Uds. tienen ecosistemas colombianos y para cada altitud es otro tipo de ecosistema. Voy a hablar primero de agricultura tropical y después vamos a tratar un poco sobre los problemas de la agricultura andina, porque a partir de una determinada altitud cambia todo, entonces no es la misma agricultura. Los Andes son ecosistemas específicos, todos especiales que no pueden ser confundidos con otros, porque si en un momento dado Ud. habla de un ecosistema, se refiere a una determinada región o lugar y no como hoy en día que al hablar de ecología, las personas piensan en la manutención del agua en un lugar público o la preservación de un mico o en cualquier cosa así, no es una noción total de ecosistema, que incluya los ciclos y todo lo que existe en el lugar. Tenemos que modificar un poco y les digo una cosa: si voy a hablar para un público que es muy convencional, siempre invito algunos técnicos especialistas en computación, porque la computación trabaja con sistemas que a pesar de ser artificiales, no pueden trabajar con factores, porque el factor no funciona, sólo funciona el sistema. Entonces, estos técnicos son los mejores acompañantes para hablar de Agricultura Orgánica, porque cuando los agrónomos comienzan a decir que no es científico ver el total, que hay que mirar las partes, aquí entran los señores de la computación a decir “cómo es posible que Uds. todavía piensen y trabajen en factores, es el sistema lo que funciona”, ellos entonces terminan con esta idea que se tiene de trabajar solamente con factores.

**NOTA:** La Dra. Primavesi acompañó su exposición con acetatos y diapositivas, por eso en muchas oportunidades de esta transcripción, se hace referencia a lo que ella está señalando en la pantalla. Hay un proverbio chino que dice: “Si usted mira una montaña con un microscopio, va a ver sólo un grano de arena, el resto es para Ud. un secreto”, así que no vamos a ver la montaña con un microscopio sino con ojos bien abiertos y bien atentos.

## **La Agricultura Ecológica, ¿una alternativa o un imperativo?**

Ustedes pueden ver que en nuestro ambiente nativo, cuanto menos vegetación haya y menos tupida esté, es más pesado el efecto de la lluvia. Por causa de la vegetación las lluvias son más frecuentes y menos violentas, esta agua se infiltra hacia la capa freática y los acuíferos. Infelizmente, sino hay más infiltración, no hay más ríos, ni más pozos ni más nada. Aquí podemos ver que al retirar la vegetación las lluvias son más violentas, y las épocas de sequía más prolongadas. Los suelos desnudos frente a la lluvia, permiten que el agua escurra y hay menos agua en el suelo en el nivel freático, y mucho más viento. Nosotros tenemos una desertificación anual de 10 millones de hectáreas que equivalen a tres Holandas. Toda esta área resulta desertificada por causa de esa agricultura, que cree que tiene que abrir las fronteras agrícolas desmontando. Porque ellos no desmontan porque necesitan más área para plantar, ellos desmontan para movilizar máquinas. Por ejemplo, en Argentina las máquinas de sembrar trigo o soya, tienen 25 tolvas de siembra, normalmente llevan 5, así que ustedes pueden imaginarse el peso de la máquina y cómo influye sobre los suelos; cuando ellos llevan agrotóxicos al campo, éste soporta un peso de 25.000 litros de agua, con esto se destruyen los suelos completamente. Ahora viene la labranza: esta ha sido el mayor desastre en suelos tropicales, porque el suelo está desprotegido, porque queda limpio. Recién ahora en Colombia se está plantando el café con plantas de bajo porte como el caso del maní forrajero, *Arachis pintoii*, para proteger el suelo porque el suelo tropical no puede ser desprotegido, pueden ver que la temperatura que necesitamos para nuestras plantas en el trópico es de 25 °C. Con 32 °C la planta ya no absorbe más. Ahora, en las mayores altitudes de los Andes funciona todo diferente. Más adelante vamos a hablar un poco sobre los problemas de los Andes, porque allá, ya no es el trópico común. Aquí tenemos menor infiltración de agua en el suelo. Esto hay que tenerlo en cuenta, porque entre más seco esté el suelo, más sufre con el clima, y se secan las fuentes y los ríos. Por toda América y por todo el mundo se esta hablando que las guerras de este siglo no van a ser comerciales sino por agua. Se están utilizando cada vez más fertilizantes químicos e irrigación, pero el efecto de la irrigación es limitado, dependiendo si está bien o mal hecha, por causa de una irrigación mal hecha, sin cuidar el suelo, se están salinizando anualmente 4 millones de hectáreas. Tenemos un mayor desequilibrio nutricional de las plantas, porque se cree que las plantas necesitan tres elementos N-P-K, y el resto, los 45 elementos que también necesita la planta, se dejan para más tarde. Se dice por ejemplo que el potasio es muy importante, muy bien, pero el potasio solamente ayuda en una reacción química dentro de la planta, mientras que el cobre que es un micronutriente, está ayudando en 10.000 reacciones, porque puede ser constantemente reutilizado, por lo tanto no es menos importante, es mucho más potente, más eficiente que el potasio, pero esto se olvida. Tenemos mucha mayor ocurrencia de plagas y enfermedades, porque si usted tiene una planta mal nutrida, ella se va a enfermar, que es lo que vamos a ver enseguida. Mayor producción, menor valor biológico de los alimentos. Las personas comen 4.000, 5.000, 6.000 calorías como los norteamericanos, que están muy obesos pero mal nutridos y por eso todo el sistema nervioso no funciona.

### **Sobre los cultivos transgénicos.**

Bueno, tenemos aquí de un lado un cultivo de soya, un tipo de monocultivo que va desde la Patagonia hasta el Amazonas. Y tenemos en el otro lado una agricultura más sana, que tiene plantas mayores, plantas menores, rotación de cultivos, rompevientos. Es por aquí que tenemos que trabajar, porque hoy en día el problema es soya, que puede o no, ser transgénica. Para mí, los transgénicos son simplemente una política de avestruz, ellos quieren esconder, encubrir un problema que existe, y que no saben resolver. Porque por ejemplo en la soya, los agricultores de monocultivo tienen el problema de una maleza, la "lecherita" que es una Euphorbiacea que aparece en gran cantidad en los cultivos,

aún trabajando con sistema de siembra directa. Entonces se recomienda sembrar la soya RR (Roundup Ready) que permite la aplicación del Roundup para matar la “lecherita” y el cultivo de soya queda limpio. Pero la “lecherita” es un indicador de deficiencia de molibdeno, el Roundup no fertiliza el suelo con molibdeno, sólo mata al mensajero que nos dice que el molibdeno es deficiente. Entonces, ellos no están resolviendo nada. Actúan como los pueblos muy primitivos, que cuando llegaba un mensajero con un mensaje muy desagradable, lo mataban. Este es el criterio que aplicamos hoy con los transgénicos, lo que no lleva a nada. Otro ejemplo es la soya variedad BT: ya hay cerca de 64 variedades con implantación de *Bacillus thuringiensis*, es el implante en la planta de una proteína tóxica, entonces los animalitos que se comen el cultivo (orugas, cucarrones, etc), ya no consiguen hacerlo. Pero también es tóxico el polen, la base para el grano. De manera que ya se ha causado muchos problemas en niños, por ejemplo la McDonalds, la Nestlé y todas esas compañías que producen alimentos, ya no están utilizando plantas transgénicas, justamente para no causar alergias a los consumidores. Pero el problema continúa, si por ejemplo ustedes tienen esta oruga en el repollo o en el coliflor, ella se come la hoja, con el transgénico no lo hace, pero ¿si el repollo también es deficiente en molibdeno?. Ahí no estamos aportando molibdeno, simplemente envenenando el parásito. No se está resolviendo nada. Hoy en día en Norteamérica, donde desde hace 15 años se utilizan transgénicos, el problema es que entre el 14 y el 24% de las hortalizas ya no reaccionan, porque la deficiencia que el parásito indicaba es tan fuerte, que ya no se puede esconder. Otro ejemplo es el maíz, si tiene cogollero *Spodoptera frugiperda*, este gusano aparece si hay deficiencia de boro, la cual, con el maíz transgénico continúa y el maíz produce cada vez menos, hasta cuando el agricultor no utiliza más transgénico porque ya no es posible. Podemos ver entonces que el problema además de si el transgénico es o no es peligroso, hasta que la investigación sobre el tema lo determine, también es los problemas que el transgénico encubre. Bueno, nosotros intentamos desarrollar una agricultura con bosques y también una ciudad con árboles, para ver nuevamente el agua. Esto es bueno, pero si la población humana sigue aumentando, en pocos años vamos a tener el doble de la población, tendremos 9 o 10 billones de personas. ¿Cómo vamos a hacer para mantener el paisaje de esta manera, si tenemos tantas personas para alimentar?. Bueno, el problema es justamente el valor biológico del alimento: si el valor biológico es elevado, no necesitamos tanto. En Malasia hay una experiencia muy interesante en este sentido. NOTA: aquí la cinta está cortada y pasa a otro tema, pero la anécdota se refirió a una familia de cerca de 15 personas que vivían en una finca de aproximadamente 1 fanegada, bien alimentadas, al punto que varios de los hijos desempeñaban labores importantes en la comunidad, algunos hicieron carreras universitarias y uno hizo estudios de posgrado.

## **Sobre el encalamiento en el suelo.**

Utilizamos los fertilizantes químicos que son solamente NPK, a veces el encalado, que es un problema muy, muy serio en el trópico, porque nuestros suelos son muy ricos en aluminio y en hierro, no en formas tóxicas. Con el encalado, que es una forma fuerte de corregir el pH, lo que conseguimos es sacar el aluminio de su actividad en el suelo, como agregante muy débil del suelo, el resultado es que nuestros suelos se endurecen, quedan compactados y todo por el encalado. Tuvimos una experiencia en Río Grande do Sul, que fue una catástrofe muy grande. Se hizo la corrección del pH del suelo, resultando en un endurecimiento tal del suelo, que ahora 40 años más tarde, no se ha recuperado completamente. Esto es algo muy, muy serio. De modo que el encalado es importante donde el suelo natural, nativo, tiene un pH de 7.0, aquí yo tengo que corregir el pH si está más bajo. Pero el suelo tropical tiene un pH natural de 5.6 a 5.8. La corrección del pH con encalado es absolutamente engañosa. Lo que necesitamos es calcio como nutriente pero no para corregir.

## **Sobre la agricultura convencional y la agricultura ecológica.**

La agricultura convencional es temática-analítica, enfoca un factor, una fracción de un factor, y analiza y se cree que este análisis es esencial para ser científico. Pero lo razonable es acudir a la síntesis, porque con sólo el análisis quedan todos los factores separados. Ahora es el momento de la síntesis, de componer nuevamente. En la agricultura ecológica la visión es general, holística. Holístico significa el todo, el sistema. Yo trabajo con sistemas y no con factores. En la agricultura convencional se combaten síntomas, lo cual es muy caro. En la agricultura ecológica tenemos la prevención de los síntomas: trabajamos con las causas y no con los síntomas. Allí, en la convencional, la investigación es con factores, aquí es con ciclos y sistemas. Por lo tanto la manera de trabajar es completamente diferente. No se trata solamente de cambiar el NPK por compost, todavía no es ecológico. Puede ser orgánico, claro, porque ya no se utilizan químicos, pero el enfoque convencional continúa, si persistimos en trabajar con los síntomas. Combatimos la erosión, combatimos las plagas y las enfermedades, aunque estos defensivos sean menos tóxicos, pero hay defensivos tan tóxicos en la agricultura orgánica que se aconseja usar máscaras en su aplicación, la única diferencia es que ya no se usa más NPK. La agricultura convencional utiliza labranza profunda, no una vez sino hasta tres veces, ¿porqué?. Porque la labranza profunda era la solución en zonas templadas, porque allí tenían que voltear el suelo helado para calentarlo un poco y así poder plantar. Y solamente cuando practicaron el volteamiento del suelo, consiguieron plantar raíces o tubérculos como la zanahoria y la papa. La papa tan sólo pudo ser plantada a partir de ese momento, antes no se podía. En el trópico los cereales eran pocos, porque cultivábamos especialmente raíces y tubérculos, que eran más seguras, como yuca, papa, ñame. De modo que la labranza es la cosa más engañosa que podemos hacer. Otra diferencia es que el suelo de las zonas templadas tiene poca microvida, así que allá se puede revolver el suelo hasta 20 o 30 cms de profundidad sin problema alguno. Pero en el trópico hay 10 millones de microorganismos por cada cm de suelo, siendo la mayor parte hongos que producen una gran cantidad de antibióticos, no porque tengan alguna enfermedad, sino para garantizar su espacio de vida y por tanto, su alimento. Los antibióticos son lavados hacia el suelo, y a partir de unos 20 cms de profundidad, los antibióticos son tales que el suelo está prácticamente estéril. Si esta parte la volteamos hacia la superficie, el resultado es que la lluvia destruye el suelo y lo compacta. Además viene el monocultivo, el "imposible" de la manipulación genética. Bueno, el monocultivo es de clima templado. Si yo siembro por ejemplo trigo, durante 15 años, en fin, la vida del suelo se acostumbra y la agricultura puede continuar. Pero en el trópico esto no es posible, porque hay tantísimos microorganismos que lo impiden. Lo podemos hacer, pero se presentan tantas cada vez más enfermedades, cada vez más problemas y la producción es cada vez menos, porque el sistema tropical es el reciclaje de la materia orgánica. Lo que aquí nosotros tenemos es el trópico, donde más o menos el 80% de los nutrientes están en la biomasa, mientras que en la zona templada ese 80% está en el suelo de forma mineral. Utilizamos herbicidas y los defensivos químicos, que en la agricultura también son un desastre. Nosotros hicimos ensayos con defensivos en cítricos. Fue un ensayo grande en 300 hectáreas sembradas con cítricos, donde dejamos completamente de aplicar defensivos en 1 año, al cabo del cual las 11 enfermedades se redujeron a 2. Esto quiere decir que solamente 2 eran enfermedades producidas por desequilibrio nutritivo, las otras eran efectos colaterales de los defensivos que se aplicaban. Las compañías que venden los productos químicos saben de esto y por eso tienen calendarios de aplicaciones: primero usted aplica esto, después aquello, porque ellos ya saben cuales son las plagas y enfermedades que van a aparecer. Y después viene el riego, que se necesita porque el agua ya no penetra más en el suelo. Existen regiones que necesitan un poco de riego, claro, pero la base es que el agua penetre en el suelo, y éste la conserve. Esto vale para cualquier lugar. Por ejemplo, especialmente en los países andinos, el riego y la conservación del agua, alcanzó niveles muy elevados y muy impresionantes, de modo que hasta se puede decir que había

“cultivo del agua”. Tenemos que las consecuencias de la agricultura convencional son erosión, inundaciones, sequías, aumento de plagas y enfermedades, y plantas con muy poca resistencia contra estas enfermedades, residuos tóxicos en los alimentos, alimentos de muy bajo valor biológico que no mantienen la salud de las personas. En la agricultura orgánica el enfoque es completamente diferente, tenemos un enfoque holístico y sistémico. Y no es simplemente cambiar un factor químico por uno orgánico, ejemplo: NPK por compost, no es ese el caso. Es un enfoque diferente que trabaja diferente, donde no luchamos contra los síntomas, sino que trabajamos sobre las causas: la necesidad biológica de la planta. Nosotros prevenimos las causas. Es bastante más barato, menos dispendioso y da más producción. Porque si aplicamos únicamente el cambio del factor orgánico por el químico, es mucho más trabajoso, más caro y menos productivo. Este sistema de sustitución no funciona, lo que si funciona es la prevención. Utilizamos la labranza mínima, la siembra directa, la asociación y la rotación de cultivos, o sea, nosotros trabajamos de una manera muy diferente. La agricultura tiene que ser económica y ecológica, quien hace agricultura puramente orgánica no va a tener mucho éxito. Voy a darles un ejemplo de aquí mismo, de Colombia. Estuvimos en una finca demostrativa de una ONG europea, a casi 3.200 msnm, donde se muestra la agricultura orgánica para los agricultores de la región, indígenas todos. Lo primero que hicieron fue producir materia orgánica y como no la podían obtener de la finca porque era muy pequeña, hicieron unos enormes estanques de concreto para cultivar plantas acuáticas y así compostar. El primer problema: no creo que un indígena tenga la plata para hacer los estanques, pero bueno... las instalaciones para compostar también las hicieron en concreto, muy bonitas, pero mientras todo el mundo miraba entusiasmado el compost, yo miraba los suelos, y los suelos estaban aparentando mucha materia orgánica. Les pregunté: “¿tienen análisis de estos suelos?, sí tenemos”. Bueno, los suelos estaban con 18% de materia orgánica, porque en esa altura la descomposición es muy lenta, les pregunté: “¿y con ese porcentaje de materia orgánica, todavía le aplican más?. Me respondieron: claro porque en las normas está recomendado el compost, por eso lo colocamos, muy bien pero el límite de materia orgánica que soporta un suelo bueno es de 5% y no de 23%”. También criaban lombrices, utilizando el estiércol de cabras y de gallinas de la región. Sobre esto les comenté: “en una manotada de suelo, uno saca por lo menos 5 lombrices muy activas, así que ¿para qué crían lombrices?, me contestaron: es que esas son lombrices nativas, pero las que utilizamos son californianas. Ah muy bien, pero la lombriz californiana come rápidamente y produce humus, pero el resto no lo hace”. Otro ejemplo es la eliminación de la sombra del café, presentándose una rara exposición de deficiencias de minerales. Les pregunté: “dígame una cosa, ¿conocen el pH de su suelo?, ah sí, es de 2.7. Muy bien, y ustedes creen que el café con este pH ¿va a obtener sus nutrientes?, porque el café de sombrero aunque necesita 5 veces más de calcio, necesita 3 veces menos de zinc, y todo lo demás, mucho menos. Al sol, el café necesita de 3 a 5 veces más de los elementos que necesita a la sombra. Esto no lo habían pensado. Ahí les pregunté: ¿porqué retiran la sombra?, me contestaron: porque en el Brasil siembran a libre exposición y muy densamente, también lo hacemos así. Les dije: pero pierden lo que tenían, porque el café de sombrero de Colombia, precisamente es famoso por su calidad, el café arábigo que ustedes tenían lo han sustituido por uno que crece a pleno sol, siembran caturra, que es de inferior calidad y al sol, es peor. Entonces Colombia, en lugar de ser el único país del mundo con café de alta calidad, va a pasar a ser uno más entre tantos productores, sin distinción alguna frente a los otros y va a tener que luchar mucho por el mercado”. Tampoco habían pensado en eso. Bueno, con esto quiero mostrarles que todo es 100% orgánico, porque no estaban utilizando ningún fertilizante químico, ni tampoco ningún defensivo químico. Pero todo lo que hacían era 100% antiecológico, y ahí está el problema: lo que uno hace puede ser orgánico pero no ecológico. Respecto al perfil del suelo, también hay diferencias: en Colombia 1.5 ms como mínimo. En los países de clima templado tienen 30, 40 cms, hasta 1 metro. En el suelo tropical la vida es muy intensa, y normalmente es suelo es muy poroso, sino está malogrado. Tenemos una muy buena infiltración de agua y de aire, porque la necesitamos para la metabolización de la planta. Nuestra diversidad de vegetación es muy grande, ¿por qué?. Hay dos razones: una es que las plantas de diversas especies, y a veces de diversas variedades, consiguen explorar el mismo

espacio de tierra, el mismo espacio radicular, así que puede haber 2,3,4 o 5 plantas que enraizan el mismo espacio, porque cada una explora de una manera diferente. Lo segundo es que la vida del suelo necesita diversidad: se piensa que al colocar cualquier hoja en el suelo, todo el mundo se nutre, pero no es propiamente así, porque las bacterias tienen una única enzima, los hongos pueden tener 4, los insectos tienen normalmente 2 enzimas. Por ese motivo están restringidos a nutrirse de ciertas hojas, de ciertas sustancias químicas, y así, cada planta diferente, cada variedad diferente, nutre ciertos organismos del suelo. Cuanto más biodiversidad arriba del suelo, tanto más diversidad abajo del suelo. Y también allá ellos se controlan uno con otro, de ahí que no haya enfermedades. Si uno ve un árbol enfermo en la selva, es porque ya está para morir, y si lo cortamos, normalmente está hueco. Hay un equilibrio de todos los nutrientes si el suelo está en condiciones naturales, y además, si hay poco o ningún viento. Por ejemplo: la Amazonía es de una calma total y el bosque es el termostato de la región, es el regulador del clima, su importancia no está en suministrar el oxígeno que nosotros necesitamos, sino en actuar como termostato. Normalmente el oxígeno viene en mayor cantidad del océano. Por ejemplo: en la selva amazónica la diferencia máxima de temperatura es de 18 a 28 °C, lo normal es de 21 a 28 °C. Cuando se elimina la selva, la diferencia es de doce grados para 32 o 36 °C, así que la diferencia aumenta mucho. En el caso del Oriente Medio donde no hay vegetación, a pesar que no es un clima tropical sino templado, los rangos son de - 4 °C de noche, hasta 56 °C de día. Hay una diferencia de 60 °C, mientras que donde hay selva, es muy poca la diferencia. En principio, la agricultura debe ser un ecosistema simple, tiene que ser una agricultura para atender las necesidades de las plantas, y estas necesidades son en primer lugar: nutrientes en el suelo. Miremos la capacidad de intercambio (CIC): en el suelo tropical es muy baja, tenemos caolinita, de muy baja CIC. En el trópico el humus normalmente no se forma, y el que se forma es ácido fúlvico, y no ácido húmico, que es el ácido de la humina. La humina enriquece el suelo, enriquece la CIC, y por tanto, la cantidad de nutrientes que están a disposición de las plantas. En el trópico se hace de todo para disminuir la cantidad de iones, ¿porqué?. Porque en el trópico necesitamos poca concentración en el suelo para que así la planta consiga absorber agua durante el día. Tenemos los nutrientes movilizados por la vida, gracias a la exploración de las raíces: si por ejemplo la raíz de un cultivo está explorando sólo hasta 10 o 12 cms de profundidad, eso es muy poco, claro, y si es en un monocultivo, es todavía más pequeño, porque en este suelo una raíz no puede entrar en el espacio de otra. Hoy en día en Norteamérica y también en el Brasil, se está plantando dos variedades diferentes del mismo cultivo, ejemplo: frijol o maíz, para conseguir que las raíces de una planta, entren en la rizósfera de la otra y puedan explorar el doble de espacio que tenían en el monocultivo. Naturalmente, dependiendo del tipo de agricultura que se haga, se necesita materia orgánica o fertilizante químico, y además, sol y oxígeno. Mucha gente dice: "ah, esta planta no necesita oxígeno", pero están muy equivocados, porque la raíz en sí no necesita, pero la planta para su metabolismo sí. El arroz es la única planta capaz de captar oxígeno del aire y llevarlo al cuello de la raíz, donde realiza el metabolismo, pero las demás plantas cultivadas están imposibilitadas para hacerlo. En el caso de la reducción de nutrientes, la situación es peor. Es decir, si no hay oxígeno en el suelo, los nutrientes pierden oxígeno y adquieren hidrógeno. Aquí hablamos de reducción de nutrientes, y los nutrientes reducidos son normalmente tóxicos. De modo que en el análisis químico, él aparece como un nutriente disponible, pero en la realidad la planta no puede utilizarlo. Además de la presencia de los nutrientes en el suelo, necesitamos que ocurra su absorción. Y para ello lo más importante es el agua y el aire, sin ellos la planta no absorbe. En el trópico la cantidad de nutrientes disueltos tiene que ser muy baja, porque si tenemos muchos nutrientes disueltos en el agua, hay un efecto de ósmosis y el agua siempre va a pasar de la solución más débil hacia la solución más fuerte. Si la solución más fuerte está en el suelo y no en la planta, entonces la raíz pierde agua, en lugar de absorberla. Esto es un problema muy grave, por eso el suelo tropical es pobre: la planta no absorbe agua durante las horas calientes del día, si el suelo no tiene una concentración muy, muy baja de nutrientes. La temperatura no puede pasar de 32 °C. Si el suelo está insolado, si el sol golpea el suelo, la temperatura llega hasta 56 °C a las 2 pm, y en casos extremos hasta 74 °C. A esta temperatura se puede fritar un huevo y es un milagro que una planta

consiga crecer en éste suelo, sin morir, pero absorber agua, de ninguna manera. Y después viene el potencial de las raíces de absorción, que depende de la fotosíntesis y el transporte de las sustancias fotosintetizadas. En este transporte es muy importante el boro, porque en su mayor parte las plantas cultivadas inician la fotosíntesis con glucosa, y la glucosa no puede ser transportada, tiene que ser transformada en sacarosa, porque solamente la sacarosa migra. Para esta transformación se necesita boro, si no hay boro no hay transformación, la raíz es muy pequeña y la planta no crece lo suficiente. Aún disponiendo de nutrientes en el suelo y de absorción, la planta todavía no ha metabolizado las sustancias. Aquí entra el análisis foliar: hago un análisis y descubro que la planta es muy rica en elementos, pero la cosecha está muy por debajo de la expectativa, ¿porqué?. Porque muchos nutrientes pueden circular por la savia sin ser metabolizados, porque falta alguna cosa para ello y ahí está el problema. Entonces el análisis foliar da algún indicio, pero no aclara sobre la cosecha que voy a tener, porque no me dice si la planta va a metabolizar estos productos que están en la savia. La planta absorbió, claro, pero si va a formar sus sustancias es otro asunto. Entonces viene el metabolismo, para eso necesito energía libre, y ésta proviene de una respiración aeróbica y no fermentativa. Si la planta tiene energía libre, el suelo tiene que ser aeróbico, porque ahí de cada mol de glucosa, ella va a formar 672 calorías. Si hace respiración fermentativa produce solamente 21 calorías por mol, que es mucho, mucho menos. Entonces, cuanto menos aire hay en el suelo, tanto menor será la cosecha. El fósforo es importante no solamente porque va a transportar la energía hacia el lugar donde se lleva el proceso químico, sino también porque transporta sustancias para el metabolismo. Y en este metabolismo, como veremos después cuando hablemos de la relación entre las enfermedades y la nutrición, son importantes las enzimas de la actividad. Si hay enzimas un proceso químico ocurre en 2 a 3 minutos, si no hay enzimas ocurre en 3 o 4 horas, entonces la planta forma mucho menos productos. Les voy a contar una historia muy interesante acerca de un floricultor que dijo lo siguiente: “tengo 5 invernaderos con crisantemos y todos están invadidos por roya. Si no consigo cosechar, estoy quebrado”. Entonces estudiamos el porque de la roya: el problema no es la roya, sino justamente que una enzima tiene que ser activada y el activador de la enzima es un micronutriente. La cuestión era descubrir cual era el activador de esta enzima, llegamos a la conclusión de que podía ser yodo, así que en cada invernadero (de 10.000 m<sup>2</sup>) colocamos 5 gramos de yodo y esto acabó con el problema. La roya no desapareció, pero no había más en las hojas nuevas: estas salieron completamente limpias y todas las ramas consiguieron formar botón y florecer. Me preguntaron: “¿Es que el yodo mata la roya?. No, no la mata”. Aquí tenemos otro problema en la agricultura, porque no es cuestión de matar. En la agricultura orgánica no se mata, se previene y se coloca el factor que está faltando. En el caso comentado, se trató de activar la enzima que faltaba para un determinado proceso químico. Bueno, este es un problema que hay que aclarar, porque en la agricultura convencional se trata de matar todo: mato esto, mato aquello, pero no es el caso en la agricultura orgánica. Aquí nos preguntamos: ¿cómo funciona el ciclo de la vida?, ahí entra también un poco de religión, porque podemos ver que Dios hizo perfecta la Naturaleza, no hay porque pensar que hizo todo perfecto para el Norte, y todo equivocado para el Sur. No es posible, Él no engaña, también para el Sur lo hizo todo perfecto. Sólo que nosotros creímos que del Norte, que nos mandaba sus colonizadores, era lo correcto y como se consideraba al indígena como inferior, naturalmente lo que el blanco decía era lo correcto. Pero el indígena sabía cómo tratar sus suelos, el blanco no, él venía de otro clima. Entonces todo este problema que tenemos hoy, es justamente por los colonizadores. Y tenemos la planta que transforma la energía libre del sol en energía química, utilizándola con el agua, gas carbónico y minerales. Esta materia orgánica que ella produce, sirve de alimento y finalmente tiene que ser descompuesta. Y en esta descomposición, insisto de nuevo aquí, Dios no creó parásitos. Es otro asunto, porque Dios no es perverso: Él no creó los parásitos para infernalizar nuestra vida, el parásito fue creado por el hombre, no por Dios. Los microorganismos e insectos existen para descomponer toda materia vieja, enferma, débil, muerta. ¿Han pensado que sucedería si todo aquello que muere, no fuese descompuesto?, nuestro planeta sería un inmenso velorio, lleno de cadáveres y no habría más vida. Entonces es necesaria la descomposición para no chocar con los seres vivos, por eso existen los microbios y los pequeños

insectos, que hacen esto muy discretamente. Si por ejemplo, los insectos y los microorganismos no eliminan a los que están enfermos o débiles, estos se reproducirían también, y el resultado sería que la vida ya habría terminado porque estaría completamente degenerada. Y para no degenerar la vida, ellos simplemente matan todo lo que no tiene pleno vigor vital. Ese es el papel de los microbios. Entonces la energía, agua y gas carbónico son resultado de la descomposición, de manera que el ciclo de la vida se cierra, donde las mismas sustancias que entraron, están en el final del ciclo de la vida. El último estado de un ciclo, es siempre igual al primero de un nuevo ciclo. Bueno, para que entiendan un poco mejor esto de los ciclos, podemos ver el ciclo del agua. Esta se evapora del océano, forma nubes, cae como lluvia, penetra en el suelo, abastece el nivel freático, nace como fuente, forma los ríos y termina en el mar. Este es el ciclo entero. Ahora, si uno rompe el ciclo a esta altura (señala el suelo), el agua no penetra más, no forma más ríos, sino que forma inundaciones y va directo al océano. En el Brasil tenemos bastante problema de inundaciones, al punto de que hay ciudades que quedan cubiertas por el agua. Así que el gobierno mandó ingenieros hidráulicos a Norteamérica para que se entrenaran en el control de inundaciones. Los ingenieros estaban muy inseguros, pensando, bueno todos los diques y represas que hacemos no resuelven el problema. Me preguntaron si no podía dar una opinión más ecológica, sin embargo el gobierno no estaba interesado, porque ¿qué puede decirle un agrónomo a un ingeniero altamente especializado en los Estados Unidos?. Bueno, pero los propios ingenieros pensaron que sí, que yo podía decirles algo de provecho. Les dije que el problema no era de hacer diques y represas, sino de volver a dejar que el agua completara su ciclo en el suelo y para eso no se necesitan obras de ingeniería: sólo se necesita materia orgánica. Si tenemos el suelo protegido con materia orgánica, con poros, no hay más inundación. Se mostraron muy interesados y el propio gobierno también, porque a los cuatro días me llamaron para decirme que había sido fabuloso, que se iba a ahorrar mucho dinero porque ya no van a ser ingenieros los que van a resolver este caso, sino agrónomos extensionistas. Bueno, nuestra agricultura convencional está basada en la ciencia, y por lo pronto, lo que los científicos consideran como científico es solamente el análisis. Y como analizan solamente un factor, desconsideran todo el resto del ciclo. Tenemos así una agricultura que es muy, muy extraña: la labranza, la exposición del suelo al sol y a la lluvia, el monocultivo, la falta de materia orgánica. Porque especialmente por los herbicidas se evita que nazca cualquier planta, y si acaso nació, viene el roundup y la mata. De modo que no hay más posibilidad de formar materia orgánica. En el monocultivo normalmente la queman por causa de algún insecto, porque se piensa que este se reproduce por causa de su existencia, pero esto no es verdad. El insecto aparece porque el cultivo ofrece la sustancia que él puede consumir, a tal punto que ahora el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos establece que las sustancias semi-elaboradas que circulan por la planta sin que se sinteticen debidamente, exhalan un tipo de "aerosol" que atrae al parásito. Entonces la planta llama al parásito exacto para su estructura química. Tenemos después el NPK, en desconsideración de todos los otros elementos, la deforestación, la movilización de máquinas cada vez más pesadas. Porque se considera al suelo únicamente como un sustrato donde se colocan las semillas, le agregamos fertilizante químico más riego, ¡listo!. No hay más suelo, no es más un organismo vivo, y para rematar el viento, por causa de la deforestación. Tenemos aquí una agricultura completamente despreocupada de sus consecuencias. Hoy en día sabemos que la mayor parte de las enfermedades humanas, son provocadas por el suelo. Los suelos no es que tengan los gérmenes, sino que al producir el alimento, este no es suficiente para mantener la salud. Por ejemplo, y esto es reconocido por los mismos científicos norteamericanos, si una madre recibe una alimentación muy rica en nitrógeno, automáticamente es deficiente en cobre, porque el nitrógeno y el cobre son elementos complementarios: si yo tengo por ejemplo, 1.500 miligramos de nitrógeno, necesito 1 miligramo de cobre, pero si este cobre no existe y las plantas son fertilizadas con NPK, la madre es deficiente y el hijo que nace va a ser parapléjico, porque el cerebro –voy a mostrar las fotografías- se desarrolla menos en su parte motora y por eso el hijo no puede mover sus piernas. Otro ejemplo es con el zinc: si la madre recibe una alimentación deficiente en zinc por causa de fertilizaciones ricas en fósforo, el niño nace mentalmente débil. Si se encala demasiado y falta manganeso, el niño nace deforme. Así

que todo exceso de un elemento provoca la deficiencia de otro, y si la madre no está completamente adaptada a este tipo de alimentación, por tanto, de suelo, podemos ver los problemas que aparecen en los hijos. Esto va a tal punto que en la China hicieron un experimento con 1400 niños con problemas de debilidad mental, se les dio zinc y todos se recuperaron, se volvieron normales y todo ¿porqué?. Porque ya sabemos que el zinc es el agente que actúa en la eliminación del gas carbónico en la sangre, al circular la sangre por el cuerpo, retira el gas carbónico y lo lleva al pulmón, que se libera de él, al cambiarlo por oxígeno, así se oxigena el cuerpo. Pero al faltar el zinc, el pulmón no consigue evacuar todo el gas carbónico, y por lo tanto trae menos oxígeno del que debería. El resultado es un cerebro mal oxigenado que no es capaz de un raciocinio y de un comportamiento normal, al suministrar zinc, esto se normaliza. Entonces tenemos aquí todos estos problemas, pero la agricultura convencional combate los síntomas, por ejemplo, combate la erosión. En un suelo muy compactado, los nutrientes son reducidos a sustancias tóxicas y por causa de la mala nutrición de las plantas, aparecen las plagas y las enfermedades, entonces lo que se hace es matar las plagas y las enfermedades y si no hay porosidad en el suelo, se riega. La vida se uniformiza, las plantas están mal nutridas, hay plagas: se combaten con agrotóxicos. Al viento no se le combate sino a la sequía. Entonces todo el asunto es combatir, combatir. Pero si uno hace agricultura orgánica solamente cambiando estos factores de la agricultura convencional y continua combatiendo, sólo que con métodos menos peligrosos, estamos en lo mismo, haciendo de la agricultura una actividad cada vez más cara, más arriesgada y más difícil. Lo que tenemos es cambiar a una agricultura agroecológica, que no cometa los errores de la agricultura convencional. En aquella hacemos labranza mínima, siembra directa, protección del suelo. Ahora, en los Andes la protección del suelo va hasta una cierta altitud, a partir de esta altitud, esta protección debe ser oscura, no de color claro, precisamente a causa de la poca insolación, es decir, hay luz pero no hay calor. En la agricultura agroecológica hay rotación de cultivos, hay policultivos, la materia orgánica es devuelta al suelo, hay presencia de macro y micronutrientes, no es solamente NPK, hay rompevientos y reforestación y la utilización de la maquinaria es con criterio. Por ejemplo en un cultivo de soya, normalmente la maquinaria pesada pasa unas 18 veces: cada vez que yo mande la maquinaria al campo debo pensar ¿es necesario?, ¿no puedo hacerlo de otra manera?. Lo que tenemos que hacer es empezar a trabajar de otra manera y no es nostalgia por los métodos antiguos, es una manera absolutamente sintética y holística, es más bien mirando hacia delante, no hacia atrás. Hace un tiempo dicté un cursillo de 2 días para el personal del Instituto Agronómico de Sao Paulo en Campiñas, les expliqué que la agricultura tiene como base la fisiología vegetal y las necesidades fisiológicas de la planta, uno de los asistentes dijo: “ahora estoy entendiendo porqué aprendemos fisiología vegetal en la facultad, porque toda la tecnología debe atender estas necesidades”. En la agricultura convencional, que es completamente arbitraria, esto no tiene sentido. Vemos un suelo agregado donde no hay terrones, su forma es de agregados, esto es un suelo óptimo para la agricultura. Al sacar una muestra de este suelo, este se rompe en diversos lugares, dependiendo del lugar donde rompe, cambia un poco la estructura del suelo. La zona de trabajo está acá abajo: se puede saber donde está la zona de trabajo por causa de la materia orgánica, por ejemplo al pasar un arado, él va a revolver toda la materia orgánica hasta la profundidad de la zona de trabajo, quedando aquí la materia orgánica. Al utilizar un rotovator toda la materia orgánica se mezcla con la porción de suelo que se removió. Así es que uno puede saber exactamente con que implemento se trabajó el suelo por la posición de la materia orgánica. Al sacar una muestra de un suelo agregado, cae prácticamente como arroz, no hay ningún terrón ni nada. Es un suelo ya recuperado: era un suelo bastante decadente, recibió materia orgánica y está prácticamente recuperado. En mi finca solamente trabajo con materia orgánica, el compost lo coloco solamente en el invernadero: mi filosofía es que lo que es del campo, es del campo y lo que es del pasto, es del pasto. El estiércol se lo dejo al pasto y la materia orgánica, los rastrojos y todo eso, van para el campo. La descomposición de materia orgánica es un asunto fundamental, porque si se revuelve toda esta materia orgánica a 20 o 30 cms de profundidad, se produce un desastre ecológico, porque la materia orgánica en nuestros suelos tropicales sufre una descomposición anaeróbica produciendo gases

tóxicos. Y en segundo lugar esta materia orgánica va a fijar o “secuestrar” nitrógeno del suelo. Entonces, al revolver materia orgánica a profundidad, vamos a tener que esperar como mínimo 3 meses para poder sembrar. Al revolver la materia orgánica a 6 u 8 cms, máximo 10 cms de profundidad, se puede sembrar inmediatamente. Además, esta materia orgánica no va a “secuestrar” nitrógeno del suelo, sino a fijar nitrógeno del aire. En un encuentro de agricultura orgánica que tuvimos en Sao Paulo, con la participación de profesores de la India, se les preguntó: “¿les interesa saber cómo nosotros hacemos compost?, no, nos interesa ni un poquito, ¿y porqué no?. Dijeron: nosotros utilizamos el sistema Daa, palabra que viene del nombre de un profesor de Allahabad, que hacía lo siguiente: colocaba superficialmente la materia orgánica y si el suelo era bastante pobre, colocaba escorias thomas o algún fosfato natural, cualquier tipo de fosfato cálcico, unos 250 o 300 kilos, como resultado, la materia orgánica se descompone por bacterias que producen un azúcar ácido que nosotros llamamos ácido poliurónico. Este azúcar es la comida predilecta de los microorganismos fijadores de nitrógeno del aire, fijándolo para el cultivo. De manera que uno no necesita, preocuparse que el tamo no tenga suficiente nitrógeno, porque este es fijado. Entonces, tenemos es que activar siempre todo el ciclo de la vida y no solamente uno u otro factor. Aquí podemos ver que sacamos una muestra de suelo que no está totalmente recuperado. Se aprecia donde se encontraba una capita dura, porque todavía presenta terrones, tanto arriba como abajo, el suelo está bueno. El problema del suelo agrícola es siempre la capa que queda por debajo de unos 8 a 12 cms de profundidad y ahí está el problema con las raíces. Acá vemos una raíz de nabo, si tenemos una capa dura en esta profundidad, la raíz no penetra más allá, simplemente su parte inferior no existe, entonces lo que tenemos es una planta mal nutrida, porque explora un espacio muy reducido de suelo. Por eso necesita fertilizante químico y riego, porque la raíz tampoco tiene la posibilidad de absorber agua, como lo hace cuando crece naturalmente hacia abajo y no para arriba, como vemos aquí. Si consideramos que cada punta de una radícula es un punto de absorción, entonces podemos imaginar que para esta otra planta, no va a faltar agua ni en época de sequía, ni tampoco van a faltar los nutrientes, porque esta planta tiene una alta capacidad de absorción. El caso que mencionamos antes es todo lo contrario, porque las raíces no iban para abajo sino para los lados. Algo se obvia el problema cuando sembramos dos variedades de la misma especie, ejemplo: soya, al sembrar 2 variedades de soya una al lado de otra, de tal manera que cada una puede entrar en el espacio de la otra, se aprovecha el doble de espacio que normalmente se tiene si fuese un cultivo de soya de una sola variedad. Aquí tenemos otro problema en la agricultura convencional con la soya y es que al ver el análisis de suelos, pasamos al mismo fertilizante y es no es correcto porque cada variedad tiene una capacidad completamente diferente de utilizar y absorber nutrientes. Esta de aquí (lo señala) es la prueba, porque si una variedad puede entrar en el espacio radicular de la otra, es porque no están utilizando los mismos nutrientes o no los utilizan de la misma manera porque tienen una vida diferente en la rizósfera. Si se generaliza un fertilizante para soya, es una imposición muy grande. Esto ya no es ni un poco científico, es simplemente un incentivo para que la agricultura compre fertilizantes. Aquí vemos un cuadro que fue elaborado por un indígena peruano, que dice: *“ustedes aparecieron y sacaron todo del bosque, como resultado todo el mundo está enfermo en clínicas y hospitales, y lo que se produce, no es más alimento sino enfermedad”*. Es la visión de un indígena de la selva amazónica respecto a la cultura blanca. Aquí podemos ver que cada región tiene sus animales: estos son las alpacas de la zona andina. Lo interesante cuando vi este pasto, fue que le comente al agrónomo que estaba conmigo, que esta era una típica imagen de fuego, porque solamente con el fuego se eliminan todas las plantas que tienen estolones y que protegen al suelo, quedando solamente algunas que soportan el fuego. Él me contestó que esto no era posible, porque este pasto no da para quemar, ya que el fuego no puede pasar de una macolla a otra. Ahí los niños que estaban con nosotros dijeron que utilizando una antorcha se propaga el fuego de macolla en macolla. La llama o la alpaca es un animal muy especial porque logra nutrirse comiendo este pasto seco, aprovechándolo de tal manera que el estiércol y el de todos estos animales del mismo tipo, no tiene nada, es pura celulosa ya que todo el resto lo absorben. Hay una cosa más, estos animales adaptados al suelo andino, tienen los pies muy grandes y esto hace que la pisada sea

muy suave, no causan erosión. Si uno cambia la alpaca por un carnero, ya en un año se va a presentar erosión muy violenta, porque el carnero tiene el pie muy pequeño y el peso que coloca por  $\text{cm}^2$ , es el mismo que el de un buey, mientras que la llama no, porque tiene un pie muy grande y el peso, en términos de presión por  $\text{cm}^2$ , es muy suave. Lo de las quemas es la manía de la mayor parte de los agricultores: fuego en el bosque, fuego en el pasto, fuego en todo lo que pueden, argumentan que no hace daño porque el fuego no penetra mucho en el suelo. Pero el problema no es que el fuego penetre en el suelo y mate las bacterias, porque en la agricultura convencional se trata siempre de matar, el problema es que mata la comida, el alimento de los microorganismos del suelo. Hicimos un experimento en donde un potrero se quemaba 1 vez por año y otro potrero no se quemaba, al cabo de 8 años, el potrero que no se quemaba tenía 5 veces más materia orgánica que el otro. Además de esto, era muy inferior la calidad de las plantas presentes en el potrero que se quemaba, la pastura empeoraba porque había una selección de plantas inferiores, resistentes al fuego, en otras palabras, se empeoraba por partida doble. Aquí podemos ver una imagen de la devastación amazónica. No tumban todos los árboles sino que dejan algunos, al final estos también son quemados. Así es la manera, pero no lo hacen por un sentimiento ecológico, sino por economía. Ya que los que quedan en pie, mueren después. Este es otro lugar en la Amazonía donde se quema 5 veces al año, allí crece solamente un único pasto que nosotros llamamos “cerda de chancho”, que es muy duro y prácticamente no sirve para nada, las cabras se lo comen solamente al comienzo cuando está rebrotando. Pero las quemas están acabando con todo. Aquí vemos un suelo muy cultivado con agrotóxicos y NPK que está completamente destruido, en terrones, pero el encargado me dijo: “no se preocupe porque tengo un desterronador muy bueno, que pulveriza todos estos terrones”. Pero el problema es que mecánicamente uno puede pulverizar los terrones, no lo dudo, pero mecánicamente no se pueden agregar, lo que hacemos es pulverizar, pero nunca agregar. Pero el suelo no es polvo, son agregados. Si por ejemplo uno tiene un bulto de arroz y le echa agua, esta penetra rápidamente y desaparece. Pero si uno muele este arroz y lo vuelve fécula, el agua se empoza, no penetra. Si de este suelo que estoy mostrando, hiciéramos una calicata, donde vemos que no tiene horizonte de trabajo, las raíces van hasta acá y ahí terminan, su producción va a ser muy baja porque es completamente anaerobio. En esta microfotografía que vemos de un suelo, se aprecian terrones y polvo, pero no hay poros, mientras que en un suelo bueno, se ven agregados y poros, y gracias a ellos el aire y el agua. En donde no hay poros no hay posibilidad de que entren el aire y el agua. Tenemos que muchas veces el suelo agrícola se resquebraja y si uno se pregunta porqué la respuesta común es que es por falta de humedad, pero la humedad no falta a unos 10 o 12 cms de profundidad, entonces ¿cuál es la respuesta?. Es porque si uno tiene un suelo pulverizado, al humedecerse va a dislocar a los vecinos, sufriendo dislocaciones internas, al secarse, estas dislocaciones no se revierten, nada vuelve a su lugar, porque todo permanece en el lugar donde fue empujado. Por esto es que el suelo se resquebraja, porque no tiene estructura. Aquí vemos un suelo mecanizado convencionalmente, pulverizado y luego sembrado con soya. En algunas partes la soya nació, en otras no y ya hay erosión. Lo más interesante es la explicación del dueño: “mire, aquí mi soya no nació, por lo que yo sé que el administrador se robó la soya. Cuando abrimos los surcos, encontramos la semilla debajo de una costra de más o menos 5 cms, la semilla simplemente no tenía la fuerza para romper esta costra, el dueño entonces me dijo: pero si sembró, entonces porqué no colocó el fertilizante, yo compré el fertilizante pero por lo que se ve, no fue aplicado. Al excavar un poco más, encontramos el fertilizante a 15 cms. De nuevo el dueño afirmó que la empresa que le había vendido el fertilizante, le había dado una fórmula equivocada. Sin embargo, no era difícil mandar a examinar el fertilizante en Piracicaba y resultó ser exactamente el que él había comprado”. En conclusión, no se trata de culpar a todo el mundo por el fracaso del cultivo, sino que el suelo no estaba en condiciones de ser sembrado, en este caso con soya. Podemos recuperar el suelo con un abono verde o dejarlo en reposo con vegetación nativa, pero no tratarlo de la manera que les comenté. Aquí podemos ver que se han hecho curvas a nivel por todas partes, pero las curvas se rompen y el agua corre, pero con vegetación podemos recuperar las cárcavas que se forman. Esta es otra cárcava que fue hecha por un alcalde que desvió

toda el agua para que pasara por este cauce. Vemos un campo muy poco inclinado, empedrado, pero con una fuerte erosión, porque toda el agua escurre, aumentando el caudal hasta que llega a un punto donde comienza a arrastrar el suelo, entonces el problema es justamente el agua que escurre, no es que aparezca espontáneamente algún desastre, sino algo predispuesto por el mismo cultivo. Aquí vemos un potrero muy mal manejado: sin rotación y con la presencia permanente del ganado, hay compactación que condujo a la erosión. Esto de aquí es un pasto orgánico, pero el suelo se nota resquebrajado. Esto no tiene porque ser así, nunca, pero aquí está el problema porque este agricultor orgánico cuida de las normas, pero no del suelo. Las normas son una imposición de arriba para abajo y la agricultura natural es justamente un trabajo de abajo para arriba, nosotros mejoramos primero el suelo, con eso mejoramos las plantas y ahí sí, atendemos las normas. En otras palabras, aquí no hay nada de “bio” porque el suelo está muerto, el problema con este hombre es que piensa que cuanto más pase el tractor por el campo, más muestra su habilidad con la máquina. Vemos que todo está compactado y esto no solamente va a dificultar la emergencia de las plantitas, sino que también va a facilitar el escurrimiento del agua. Por lo tanto, vamos a tener plántulas que fracasan al nacer y agua que escurre. Esta de aquí es una historia muy triste en Kenia, en Africa. Esta gente era el pueblo más rico de toda Kenia, eran ganaderos y como tenían la costumbre de migrar para hacer la rotación de sus pasturas, pasaron por encima de los agricultores, quienes naturalmente no aceptaron que el ganado dañara sus cultivos, vino el conflicto y las autoridades inglesas prohibieron el paso del ganado, por lo tanto, la migración. Como resultado el suelo y los pastos se arruinaron, afectándose la gente y el ganado, convirtiéndose la situación en pobreza. La costumbre del nomadismo no obedecía a que no les gustara ser sedentarios, es simplemente una forma de conservación de las pasturas. El sistema del cual ellos hablan, es una mini-migración en la propiedad, justamente para mantener la pastura y no arruinarla. Vemos como en el nordeste del Brasil el suelo está tan arruinado, que el agua lluvia que viene escurriendo por las laderas, se acumula formando pantanos, que tienen hasta cangrejos, en un suelo que anteriormente estaba bien. En este campo de algodón tenemos la misma situación, todo el suelo se está resquebrajando porque ya no tiene estructura. Aquí vemos que se hizo un terraceo, sacando el suelo de la parte de arriba y colocándolo en la parte de abajo. Donde se colocó el suelo de la superficie, las plantas crecieron a la altura de un hombre, tanto el maíz como la yuca y acá donde el suelo fue retirado para colocarlo en la parte de abajo de la terraza, las plantas están muy pequeñas. Entonces tenemos diferencias con el mismo suelo, el mismo clima y el mismo fertilizante químico, la única diferencia es que en una parte se ha acumulado el suelo superficial y en la otra, se sembró sobre el subsuelo. La diferencia radica en que el subsuelo no tiene vida, por eso el agricultor distingue entre el suelo “gordo” (\*) y el suelo “frío”. Eso de frío porque el subsuelo en Europa es frío, concepto que ha permanecido hasta hoy, pero aquí no es frío, más bien es caliente, pero está sin vida y la diferencia es justamente la vida del suelo. Si uno ve un río con agua turbia, podemos tener la certeza que en esa región el suelo es decadente. Hay una indicación muy interesante de la FAO que menciona que se puede calcular la decadencia de los suelos por la altura de los puentes, ¿cómo puede ser esto?, ¿qué tienen que ver los puentes con la decadencia de los suelos?. El asunto es el siguiente: si las crecientes, las inundaciones son muy grandes, hay que construir un puente enorme sobre un río pequeño para que la inundación no lo arrastre y esto sucede porque la tierra está muy, muy decaída. Acá vemos un río seco, como los hay en toda América Latina, que lleva 3 años sin buena lluvia, por eso vemos el lecho del río con vegetación y las sequías son cada vez peores. Una vez fui a Tocantins que es un estado de la Amazonía, ha sido muy deforestado y en 10 años ya no había más agua en los ríos. Hice una reclamación en el Ministerio del Interior: “es imposible que ustedes trabajen de esta manera, tienen que ver hasta que punto están preservando la seguridad nacional. No se preocupe, me contestaron, ya tomamos las medidas necesarias. Al preguntarles cuales, me dijeron: muy simple, en los libros de geografía está escrito que un río es una corriente permanente de agua. Ahora usted puede ver en los libros de geografía que un río es una depresión en el terreno, por donde corre agua cuando llueve”. Vemos como es el inicio de la erosión causada por el viento, podemos ver el suelo que comienza a ser retirado por el aire que va ascendiendo, y arranca la tierra y hasta las plantas. El

arrastre puede ser hasta 100 kms de distancia, siendo depositado luego por la lluvia. Aquí en este lugar había una capa agrícola, que ya no existe porque ahora no es propiamente un desierto, sino simplemente el polvo que fue retirado de otras regiones y depositado acá. Vamos a hablar de otro mito de la agricultura convencional. Este de aquí es un cultivo de caña, su dueño afirma que el suelo está muy compactado, entonces resolví hacer surcos de 5 cms de profundidad abajo del nivel del fertilizante, sembrando la caña arriba del fertilizante, pero esta creció con las raíces hacia arriba, ¿porqué sucedía esto?, porque el suelo es impermeable, está muy duro. Al colocar el fertilizante químico debajo de la caña, cuando llueve se produce una especie de salmuera y ahí ninguna planta puede crecer, así que lo que hace la caña es huir de la salinidad, huir hacia arriba. Y aún sin colocar abajo el fertilizante químico, la planta no produce la raíz donde queremos, sino donde está genéticamente determinado. Ella se sembró acá, pero produce su raíz en este sitio, porque la caña produce su raíz a 10 cms de profundidad y nunca más abajo ni más arriba, esto está determinado genéticamente, si sembramos la caña a 20, 30 o a 50 cms, ella siempre produce su raíz a 10 cms. Ahora, si sembramos la caña más abajo, puede suceder que hasta que se produzca la raíz, se haya formado una capa dura y por lo tanto la raíz no baje más. Podemos ver el caso donde la semilla fue plantada abajo, pero el suelo era un poco mejor y la raíz consiguió bajar. En este otro caso, ella bajó hasta donde la semilla fue plantada, entonces podemos ver que la penetración de la raíz depende del suelo y no de la profundidad en la cual se coloca la semilla. (\*) gordura en portugués significa grasa. Aquí da la idea de un suelo con sustancias agregantes. Aquí vemos unas curvas de nivel, no para arroz de riego sino para algodón, pero en un suelo tan compactado y duro, que toda el agua escurría y se estancaba. Bueno, esta es una historia un poco complicada de creer, pero fue muy famosa en el nordeste brasileño. Se refiere a un agricultor, bueno, agricultor es un decir, era un “usinero” (cañero, dueño de un gran ingenio), propietario de 30.000 hectáreas de caña de azúcar. El primer año después de rozar y sembrar obtuvo una cosecha de 120 a 130 toneladas por hectárea, en el segundo año con fertilizante químico obtuvo 80 ton/ha y en el tercer año con fertilizante químico más nematicida obtuvo 35 ton/ha. ¿Qué hago? Me preguntó. Como él le daba tanta importancia a los nemátodos, hicimos una calicata para ver las raíces en un lote donde llevaba produciendo de 120 a 130 ton/ha de caña, mientras que en los otros lotes, con sólo 2 o 3 años, ya tenían que ser intervenidos. Así que abrimos el suelo y las raíces estaban a más de 2 ms de profundidad y tenían, no cientos sino millones de nemátodos, nunca nadie allí había visto tantos nemátodos juntos, sin embargo, la caña estaba en muy buen estado. La pregunta fue: ¿cómo es posible tener una caña en tan buen estado con tantos nemátodos?, el asunto es el suelo que era permeable, bien agregado, así la caña podía extender sus raíces hasta 2.25 ms de profundidad, abasteciéndose con suficientes nutrientes. El nemátodo le inyecta a la planta una hormona semejante al 2,4,5 D que es una hormona de crecimiento, entonces, si la planta tiene lo suficiente para nutrirse, resulta beneficiada por esta hormona, porque contribuye a aumentar su metabolismo. Por el contrario, si la planta no tiene lo suficiente para nutrirse, el efecto es negativo, porque la planta únicamente “bombea” agua pero no los nutrientes, es decir no tiene que comer. En otras palabras, el problema no es el nemátodo, sino la nutrición de la planta, los nutrientes que ella consiga obtener. Aquí podemos ver que el nemátodo puede ser un problema en un suelo malo, pero en un suelo bueno no hay problemas, en este caso, planta y nemátodo viven en una perfecta simbiosis. Otro caso fue con un cultivador de plátano que me dijo: “los nemátodos me cuestan tanto dinero que estoy vendiendo mi casa, mi camión, tengo deudas en el banco y no hay progreso en la situación, todo se me va en comprar nematicidas y el problema continúa”. Fui a mirar la plantación, observé las raíces y encontré que 5, 6 o 9 nemátodos, eran muy pocos para matar una planta, pero verificamos que en las puntas de las raíces había una “roseta” y la punta misma de esta radícula estaba muerta, esto es típico de una deficiencia de boro, se lo comenté al agricultor, sin embargo para cerciorarnos cortamos unas plantas para ver y en efecto, el plátano tiene unas células muy grandes en el vástago que en la 2º o 3º línea no tenían una coloración normal, parecían llenas de agua y posteriormente se rompían, esto es típico de una deficiencia de boro. Le dije al dueño: aplique 12 kilos de boro, como ácido bórico, por hectárea a ver que sucede. Así lo hizo y al cabo de un tiempo le

pregunté: “¿está cosechando?, me respondió que normalmente, ¿y los nemátodos murieron?, respondió: no se”. El problema es cuando la planta no está en condiciones de soportar este hospeder, es la misma situación que en una familia muy pobre y recibe la visita de un huésped, entonces hay poco para todos y todos se levantan con hambre, por el contrario, si se trata de una familia bien abastecida y reciben un invitado para el almuerzo, la reunión es más alegre y hay comida suficiente para todo el mundo. Esto es justamente lo que pasa con los nemátodos, si la planta tiene lo suficiente para vivir, el nemátodo retira el 40% de los carbohidratos que sintetiza la planta, por eso es que él inyecta esta hormona. Tenemos otro problema, todo el mundo dice que la erosión se debe a la pendiente. Aquí vemos las obras de nivelación que hizo el gobierno estatal en los campos, como resultado el agua no tiene para donde escurrir, se empoza 3,4, 6 hasta 8 días, no escurre porque no tiene para donde, pero tampoco se infiltra, entonces el problema es justamente la compactación del suelo. Pasando exactamente lo mismo con la raíz, ella no penetra en el suelo, abajo debería formar una especie de nabo pero no lo hace, como podemos ver está asentada en la capa dura, va paralela a esta capa e incluso alcanza a ir para arriba, no está haciendo lo que se espera de ella. Vamos a contar una historia que tiene que ver con el guandul, *Cajanus cajan*. En una finca ganadera muy grande con cerca de 74.000 hectáreas en la Amazonía, invadida por un pasto conocido como “cola de zorro”, pasto ácido que crece solamente en suelos que tienen una capa dura más o menos a 80 cms, capa que estanca el agua, permitiendo que justamente crezca este pasto que como es muy duro, el ganado casi no lo come. Los técnicos del Ministerio le decían al dueño que tenía que dinamitar la capa dura y fertilizar con nitrógeno y fósforo, y además hacer un buen encalado, él respondió que aquí en la selva, sin una buena carretera, tenía que traer todo eso en helicóptero. Me preguntó: “¿qué hago, usted no sabe alguna cosa?, le dije: intentemos con guandul”. Sin embargo, el Instituto Agronómico de Belém manifestó: “el guandul nunca nadie lo había plantado en esta región, posiblemente no crezca y si crece, no va a florecer, pero si florece no va a dar fruto, de manera que esa no es una solución”. Sin embargo, consideramos que en la situación del ganadero, cualquier tentativa era válida, así que cargamos una avioneta con semilla de guandul y la regamos sobre la finca. El guandul creció, floreció, fructificó y daba sombra para los pastos. En el primer año no sucedió nada, pero para el segundo año produjo esta raíz que vemos acá (la señala), actuó igual que un sacacorchos, creciendo hacia abajo y rompiendo la capa dura. En la medida que la capa dura se rompía, iba desapareciendo el cola de zorro y retornaba el pasto original que era el *Brachiaria*, se preguntaban: “¿pero cómo, si faltaba también nitrógeno?”. El nitrógeno está en menor cantidad cuando hay sombrío en el suelo (N. de T.: la planta bajo sombra necesita menos nitrógeno que a libre exposición). El fósforo fue movilizado por la raíz del guandul y en cuanto al calcio, la planta necesita menos cuando está bajo sombrío que a libre exposición. También me decían: “la pastura va a ser pobre en nitrógeno y calcio”, mi respuesta fue que la actividad del propio guandul, suministraba esto. Así que el ganado podía comer el guandul y el pasto, se nutria bien y engordaba nuevamente. Esto aquí fue un milagro para los técnicos norteamericanos que mandaron un equipo de investigadores para hacer un estudio sobre este asunto. Entonces vemos que el problema no es técnico-mecánico o químico, el problema también es ecológico. Este otro caso fue muy interesante, ocurrió en Ceará, en el nordeste brasileño. El suelo era tan duro que no entraba ni siquiera el arado, el dueño decidió colocar las semillas de maíz sobre la superficie y después, echarle tierra encima. El maíz creció, sin embargo el viento tumbó todas las plantas, ¡nunca había visto un maíz tan débil! y era porque no tenía raíz, estas habían crecido superficialmente. Les recomendé que sería más interesante aplicar un abono verde que trabajar en un suelo tan decadente. Mucha gente me dice que la agricultura orgánica sólo sirve para pequeños agricultores. Esto no es cierto, se puede realizar en cualquier tamaño. Ahora, si la agricultura orgánica la van a desarrollar sólo los pequeños agricultores, entonces apenas el 20% lo harán porque el restante 80% son arrendatarios, esto es, aquellos que no van a invertir en un suelo que no les pertenece y aún si todos los pequeños agricultores fueran propietarios y además, agricultores orgánicos, ellos representan sólo el 2.7% de los suelos agrícolas del mundo. Así que salvar este 2.7% y continuar desertificando y erosionando por parte del 97.3% restante, significa que todos vamos a ser arrastrados, por esto, no vale la pena decir

que vamos a trabajar con los pequeños agricultores, se tiene que trabajar con todo el mundo. Conozco un productor de plátano orgánico que cultiva 100.000 hectáreas en Ecuador, para estos sistemas, tenemos que desarrollarlos como sistemas propios, no basados en una norma o en preceptos, más bien en conceptos. Como por ejemplo: una parte del plátano va para la industria, para hacer dulce y el bagazo que sobra más los “restos de cama de pollo”, se prepara un abono, un compost. Sabemos que los ingredientes de este compost, tienen residuos tóxicos (la cascarilla, el estiércol de pollo y el bagazo), pero si se abona el plátano con este preparado, en el 1º año ya mejora la salud de las plantas. De manera que si cada año, se les va colocando compost, cada vez están con mejor salud, el bagazo de plátano cada año va a tener menos veneno, y en 4 años, el agricultor será orgánico. Tenemos otro caso de una finca con caña de azúcar, también bastante grande. Lo primero que hacemos es reunir a todo el equipo técnico y administrativo, para saber que es posible técnica y financieramente, porque simplemente yo no puedo decir: “esto es lo que ustedes tienen que hacer y se acabó”. Descubrimos que la única manera que este agricultor muy grande funcione orgánicamente, es la siguiente: disminuir el espaciado entre surcos, con esto se gana un terreno que se puede dejar en barbecho, sin disminuir la cosecha. Resolvimos que como las malezas crecían fabulosamente bien, con ellas íbamos a recuperar el suelo, así que rozamos a los 3 meses para evitar la formación de semillas. Hacia el final del año, la tierra mostraba síntomas de recuperación y por lo tanto, podía ser nuevamente sembrada. Porque se resolvió que en todo terreno en recuperación, el rastrojo se cosechaba y no se quemaba, como normalmente se hacía. Este rastrojo, esta paja también ayudó. Con este caso quiero decirles que cada caso, es un caso, que con este tipo de estrategias, es posible recuperar los suelos y establecer la agricultura orgánica, porque de lo que se trata es de mejorar el suelo a tal punto que la planta permanezca saludable. No se trata de producir menos, o caer en las recetas, eso no es orgánico, la base de lo orgánico es un suelo vivo y con salud, por lo tanto, también plantas saludables.

Aquí quiero contarles que esto es un nabo que no es un nabo, está todo ramificado porque ya en esta profundidad (la señala), tenía dificultades para penetrar. De manera que por la raíz, ya sabemos como es el suelo. Así que cuando usted tenga problemas, no le pregunte al técnico, pregúntele a la raíz. Este cultivo de nabo hace parte de una finca de alrededor de 38 hectáreas, propiedad de un horticultor orgánico-biodinámico, donde cada año su producción disminuía y empeoraba, así que me dijo: “Yo no puedo continuar, la agricultura orgánica me está arruinando, si sabe algo que pueda intentar, lo hago, de lo contrario, en unos 5 o 6 meses voy a tener que regresar a la agricultura convencional”. Lo primero que vi en sus cultivos fue una super irrigación, porque con sólo 2 horas de sol ya las plantas se marchitaban. Pensé que esto no podía ser posible, abrí el suelo y encontré que todas las raíces estaban a 3 cms de profundidad, así que mi pregunta fue: “esta raíz es poco profunda por el exceso de agua o es por otra razón?”. Cuando saqué un poco de suelo olía a pantano, que no es más que materia orgánica en descomposición. Buscamos entonces más profundamente y encontramos su materia orgánica, toneladas de compost, pero a 35 cms. Le dije: “esto no es posible, ¿porqué lo hace?”. Me contestó que para cuando la raíz penetre, encuentre abono, le aclaré que la materia orgánica no es un fertilizante químico, es un acondicionador físico del suelo, los nutrientes químicos que libera la materia orgánica, simplemente son un regalo que adicionalmente nos da. Ahí el hombre me dijo: “Bueno, yo puedo colocar la materia orgánica en la superficie, pero estoy seguro que las raíces también se van a quedar ahí, superficialmente, no van a profundizar”. Le contesté: “si lo hacen así, es buscando boro porque una raíz que busca boro, lo hace en la materia orgánica, entonces se puede aplicar entre 8 y 12 kilos de ácido bórico por hectárea, dependiendo si el suelo es arenoso o arcilloso, revolviéndolo un poco con el mismo suelo, sembrando después las hortalizas y ahí sí, colocando la materia orgánica en la superficie. Unos meses después me llamaron del supermercado donde este señor vendía sus hortalizas: “¿Qué fue lo que ustedes hicieron?, ahora los productos que él nos entrega son 2 veces más grandes que las hortalizas convencionales y se conservan mucho mejor”. Sucedió que otros agricultores convencionales de la región se convirtieron en orgánicos porque también querían producir como él. Lo más interesante es que después este señor me dijo: “para controlar mis suelos debo consultar con mis raíces, pero para mí

es complicado andar por todos los canteros mirando raíces, ¿usted no quiere dar un cursillo para los trabajadores de la finca?”. Acepté y les enseñé cómo mirar las raíces para ver qué estaba bien o qué estaba mal, de ahí en adelante hicieron el trabajo con tanto entusiasmo que ya no eran más simples trabajadores, sino colaboradores. Con este apoyo, el horticultor no volvió a cometer errores o a engañarse respecto de su cultivo, porque sus trabajadores observaban el suelo, las raíces, las plantas y con él, discutían el porqué. De modo que este señor decidió asociarse con sus trabajadores, porque de otra manera no concebía practicar adecuadamente la agricultura. Esto era un espectáculo en la región, nadie podía creer que la agricultura orgánica fuera más productiva y barata que la convencional. Sin embargo, hay un punto que no se debe olvidar: se necesita una observación amorosa del suelo. Uno debe tener amor hacia el suelo, para poder ver si no está muy bien y así hacer alguna cosa. Es como un padre o una madre con su hijo que si está enfermo, tiene fiebre, lo observan y así pueden hacer algo. Entonces el suelo necesita un poco de amor, un poco de entusiasmo, porque la agricultura orgánica no es solamente una actividad económica, es también una actividad espiritual entre el suelo y el ser humano, esto no lo podemos olvidar. Los indígenas en Bolivia dicen lo siguiente: “por el valor del producto que cosecha, se conoce el espíritu del agricultor”. Claro, porque si el espíritu del agricultor es solamente ganancia, va a mirar solamente las normas, pero ellas no resuelven nada en relación con el suelo y la producción. Y la producción va a ser más cara, peor y no hace rico al agricultor, en caso de que no reciba un precio adicional, sin embargo, este precio adicional es cada vez menor. Aquí diría que en este caso la agricultura orgánica es una actividad antisocial, porque se produce para una elite extranjera y no para el pueblo hambriento de nuestros países. Así que tenemos que cambiar muchas cosas: 1º. La recompensa al agricultor por un producto mejor, ya es la cosecha mejor y no la exportación hacia los ricos que pagan mejor. Se produce no solamente por dinero, sino porque nos gusta nuestro suelo, esto es básico, yo sé como es cada pedazo, cada capita de mi suelo, sé perfectamente como va a reaccionar en mi finca, debemos conocer nuestro suelo como si fuese un animalito doméstico. Parece que nuestros gobiernos únicamente resuelven los problemas del suelo haciendo represas. Es muy bonito y hasta romántico, pero es poco eficiente. En el nordeste del Brasil se hizo una investigación y encontraron que todas las represas que allí se han hecho, sólo consiguen retener el 1% del agua que escurre y entonces ¿que está pasando con el resto de represas que corresponden al 99% del agua?, ¿es esto eficiente?. No lo es, se ha dispuesto hacer distritos de riego con esta agua, pero como es agua que ya escurrió por el suelo, es rica en sales, además que en las zonas inferiores de estas represas quedan los cultivos más pobres, entonces, a más tardar en 7 años comienza la salinización de los suelos, encontramos pH de 8.0, 8.5 y hasta 9.0, perdiéndose cualquier trabajo. Esto no es la solución, la solución está precisamente en el suelo y no en hacer represas o grandes obras, en la agricultura orgánica que tiene que ser ecológica, debe tenerse amor por el suelo, sin esto no se funciona.

## **PANELISTAS Y SESIÓN DE PREGUNTAS.**

**Participante 1:** Es sobre el comentario que hacía referente a la aplicación de materia orgánica por parte de los hindúes, que no recomiendan la aplicación de compost. Una fuente de materia orgánica muy común aquí en Colombia es la gallinaza o la pollinaza, entonces, ese mismo criterio de no compostación de la materia orgánica ¿sigue siendo válido para la gallinaza?

**Dra. Ana Primavesi:** bueno, la materia orgánica o compost, es un producto típico de zonas templadas, siendo una descomposición muy lenta. Yo lo uso solamente para el invernadero donde hay una rotación muy alta, pueden ser hasta 8 cultivos diferentes en un año, allí es necesario, pero en el campo y quiero decir esto bien claro, hablamos de la parte tropical de Colombia y no de la parte alta, ya que en esta parte alta de los Andes las condiciones son completamente diferentes, y no puedo usar el mismo tipo de agricultura, todo es diferente, incluyendo el clima, una vez hicimos un curso en Ecuador pero era tan frío que dormíamos con 3 cobijas de lana, nadie diría que a la altura del Ecuador. Entonces el comportamiento del suelo es diferente para clima templado, clima tropical y clima andino.

La parte baja de los Andes tiene un clima tropical normal, pero de allá arriba hablaremos después. En la agricultura tropical tenemos la posibilidad de trabajar simplemente con paja, rastrojo. Hicimos una vez un experimento donde sacábamos la paja, hacíamos compost, devolvíamos al campo y encontramos que todo este movimiento de máquinas, compacta el suelo y en compensación, apenas es una mejoría lo que le estamos dando, así que da lo mismo, o sea, queda cero a cero, así que es mejor no sacar la paja del campo. Traductor: la pregunta se refiere a la gallinaza.

**Dra. Ana Primavesi:** el estiércol de pollo si es de granja orgánica, es muy bueno, no tiene problema. Pero si es de granja comercial, el problema son las hormonas y los antibióticos que son muy difíciles de desactivar y hay plantas, como por ejemplo las cucurbitáceas que se resienten mucho con el estiércol de pollo de granja convencional. Ahora, la diferencia no es muy grande: en la convencional, con antibióticos, el pollo se puede sacrificar a los 42 días; en la orgánica, o más bien, semiorgánica, seminatural, porque a excepción de los antibióticos, se les da el mismo tipo de alimentación, de salvado, soya y el pollo demora 52 días, un 25% más de tiempo, pero se puede usar el estiércol sin problemas. Por ejemplo en Europa solo permiten el 20% de compost con productos de granjas convencionales.

Participante 2: Usted ha mencionado 2 conceptos técnicos básicos: no romper el suelo, no arar y mantener el suelo cubierto. Muchas veces uno se encuentra con suelos que son muy duros..... Dra. Ana Primavesi (interrumpiendo): precisamente amigo mío, eso fue lo que expliqué, con la máquina usted consigue romper un suelo duro, claro, pero no consigue agregarlo. Si este suelo ya roto, recibe 2 o 3 lluvias, es tan duro como antes, es algo momentáneo, es un error porque en realidad usted no mejora nada. Ahora, por ejemplo el no revolcamiento del suelo: si se hace siembra directa no puede pasar con una máquina pesada. Conozco sistemas de siembra directa de pequeños agricultores en Argentina, en Colombia, en Brasil, que hacen lo siguiente: plantan la semilla entre la maleza que en la Amazonía puede estar a esta altura y hasta más, y cuando están las plántulas para aparecer, rozan y dejan caer la roza sobre el suelo, las malezas no rebrotan debajo de esta capa de cobertura, brotan allí las plántulas que estaban por nacer. Cada año lo hacen así, en Marañón ya llevan 8 años. En la Argentina es similar: rozan primero y después lanzan el trigo, bueno, ellos pueden hacer esto porque allá se presenta el invierno y el trigo es una planta de invierno, en esta época no aparecen las mismas plantas que en verano, son otras las que aparecen y como hay una capa gruesa de vegetación por encima que evita la germinación de estas plantas de invierno. Si se hace siembra directa y se coloca una capa de 6 o 7 cms de paja, no hay problemas de malezas, de invasoras. Pero si se hace la siembra directa solamente con soya, la capita de paja nunca va a ser mayor de 1 a 1.5 cms, lo que es suficiente para que las babosas se escondan en ella y después se coman la soya, pero no es suficiente para amortiguar el peso de las máquinas, es suficiente para evitar la erosión pero no para evitar las malezas. Este es un problema que debe ser investigado por todo el mundo para ver cómo se hace la siembra directa sin usar agrotóxicos, sin herbicidas, porque por ejemplo, si uno usa herbicidas por 3 o 4 años, entonces ???. Con una capita de 6 a 7 cms de paja se controlan las malezas con 2 personas por hectárea, es muy fácil pero solamente si se hace la rotación de cultivos adecuada, donde se cultive un cereal con una relación Carbono/Nitrógeno muy alta. Si tenemos tamo de sorgo o de arroz o de maíz. Pero si trabajamos solo con soya o con frijol o algo así, en donde la relación C/N es muy cercana, entonces nunca vamos a tener una capita adecuada. Si tenemos una capita muy delgada, el problema es que todas las plagas cambian y usted se va a aterrar, porque ya no hay muchas plagas en las hojas sino en la raíz. Además, especialmente en hortalizas y en soya, se presenta mucha babosa. Este es otro problema del monocultivo. Si rotamos con alguna planta, con hojas un poco peludas, no muy lampiñas, la babosa al menos pasa medio año sin alimento, porque ella no come de eso, y si además se aplica sulfato de cobre, la babosa se elimina fácilmente. Pero sembrando soya y soya y soya, no resolvemos nada. Entonces la clave de la siembra directa es una buena rotación de cultivos, rotación donde justamente deben entrar plantas con paja dura, no muy rica en nitrógeno. Ahora, no nos preocupemos por nitrógeno, porque si colocamos encima un poco de fosfato cálcico, hay suficientes fijadores de nitrógeno para suplementar el nitrógeno del suelo.

**Dr. Uriel Camargo:** Esta pregunta está relacionada con la aplicación del compostaje. En la zona templada realizan esta práctica y es conveniente. Mi inquietud es: el proceso de descomposición de la materia orgánica en la zona templada es más lento y ocurren procesos de reducción cuando aquí en el trópico ocurren procesos de oxidación, aquí la materia orgánica se degradaría más rápidamente comparando los Andes y la zona templada. Entonces, ¿se podría pensar que en zonas tropicales como la nuestra, actúa más la condición de oxidación-reducción o el proceso se da más rápido por condiciones de temperatura y humedad, comparando la zona templada, la tropical y la tropical-andina?. Quisiera entender cuál es la conveniencia de la realización del compostaje en la zona tropical como aquí en Colombia. Aquí tenemos otra condición excepcional que es la zona tropical andina, donde posiblemente los procesos de oxido-reducción de la materia orgánica son muy lentos, si uno va a comparar un suelo como el de un páramo, hay muchos ácidos húmicos y fúlvicos y posiblemente la actividad microbiana está casi inactiva. Al hacer esta comparación en estos 3 tipos de zonas, podríamos ver que en la zona templada es conveniente hacer compostaje por las mismas condiciones de humedad y temperatura o le podríamos involucrar el otro componente que son los procesos de oxido-reducción. Podríamos lanzar la hipótesis de que en la zona templada ocurren procesos de reducción, mientras que en la zona tropical ocurren procesos de oxidación.

**Dra. Ana Primavesi:** En el clima tropical la descomposición es más rápida, entonces si tenemos un cultivo de alta rotación es necesario hacer compostaje, ahora que en el campo es un trabajo perdido. Ud. quiere saber sobre los Andes, que es un sistema totalmente diferente, aún utilizando allí la labranza, no se da una descomposición rápida de la materia orgánica como si ocurre en el clima tropical, de modo que siempre va a haber acumulación de la materia orgánica, porque a mayor altura en los Andes menor presencia de microorganismos, solamente hongos que no hacen estructura, y si vamos a 4.000 o 4.500 msnm, el suelo es negro pero parece un pudín, no está agregado, no es turba, es el producto de los hongos. Me preguntan: “¿y que hacemos con este pudín?”, porque es algo completamente diferente, porque se tiene un exceso de materia orgánica y no es el caso compostar, es un caso de vida como yo logro que este suelo trabaje un poco.

**Dr. Uriel Camargo:** ¿estos suelos se podrían reactivar imprimiéndoles energía, pensando en reactivar la parte microbiana?

**Dra. Ana Primavesi:** Sí, el problema es justamente la vida microbiana que no funciona bien, aunque hay otros factores en juego, por ejemplo una vez en Ecuador me decían que los agricultores se negaban a cubrir el suelo, pero en ese sitio era la única manera de evitar las pérdidas de agua, porque la lluvia está entre 250 y 300 mms que es muy poco. Sin embargo, ellos tenían en la región piedra pómez, que es fácil de romper y es un mineral muy rico porque prácticamente es basalto enfriado en agua, los agrónomos consideraron que era la mejor manera de cubrir el suelo y así no perder el agua, también me mostraron con un higrómetro, que el suelo estaba húmedo después de 3 meses sin lluvia, pero los agricultores se negaban a utilizar la piedra pómez porque decían que al hacerlo no nacía nada. Y no lo van a creer, pero los agrónomos no eran capaces de poner la mano en el suelo. Retire un poco esta capita de protección de piedra pómez, coloqué mi mano y el suelo estaba helado, porque la capita blanca reflejaba la luz y no permitía que el suelo recibiera suficiente calor. Entonces, ¿qué hacíamos?, sin la capita de protección no se puede sembrar porque no hay suficiente humedad, y con la capita tampoco se puede porque no hay calor. La solución fue muy simple: mezclar un poco de tierra negra con la piedra pómez utilizando un azadón, para tener una superficie negra que capta el calor y a la vez, la piedra da una superficie que protege contra la pérdida de agua. Así se hizo y nuevamente se sembró maíz. Entonces, no existen las recetas, existen conceptos que tenemos que aplicar. Acostumbro aconsejar a las personas que trabajan en una región donde no hay una tecnología definida, que piensen por cuenta propia, porque finalmente la cabeza sirve también para pensar. Y es muy complicado dar recetas, las recetas son muy buenas en la agricultura convencional, porque ahí lo que interesa es vender, no mejorar las cosas. Por otra parte, sabemos más o menos como actuar en el trópico, no con total precisión, mucho menos en los Andes, porque allí apenas se está empezando a desarrollar una tecnología agrícola. De modo que lo que ustedes van a hacer en los Andes, dependerá

de las personas y lo que observen. Observar y observar y una vez más, observar todo lo que sea posible y la persona más indicada para preguntarle es a la propia planta, su raíz, ¿qué opina la raíz de tu tecnología?. Si tengo que decir algo es que los Andes son una incógnita cada vez más grande. Dr. Hernán Cifuentes: Bueno, me parece que en el auditorio hay convencimiento total en cuanto a la diferencia que hay entre la agricultura convencional y la agricultura orgánica. Me parece que el elemento que más nos está poniendo a reflexionar, es el comentario que usted hace alrededor del uso del compost. Yo soy zootecnista y mis conocimientos sobre suelos son bastante limitados, pero quisiera comentarle algo: en Colombia una de las pocas cosas en las que se ha logrado un acuerdo y un consenso es tratar de fomentar e inculcar el uso del compost, esto por parte de las instituciones de fomento, en el pasado la Caja Agraria, el Incora y también los que hemos estado vinculados a la docencia. Probablemente es de las pocas prácticas que han sido aceptadas fácilmente por el campesino. De otro lado, en Colombia hay una región particularmente específica, que hoy en día es una importante cuenca lechera, hablo del oriente antioqueño, suelos de ladera con todas las características de la agricultura convencional, por un trabajo que yo diría multidisciplinario de profesionales y de las cooperativas lecheras. Primero, los empresarios del campo se volvieron porcicultores y a raíz de la utilización de la porquinaza, hoy en día es sorprendente ver el manejo de las pasturas en esta parte de Antioquia, pasturas que se han convertido en zonas ganaderas y agrícolas y por supuesto en una oferta interesante de alimentos proteicos de origen agrícola. En esa calidad de zootecnista, pues yo tengo que decir que particularmente tengo una muy buena experiencia en el uso del compost en zonas totalmente tropicales, hemos venido trabajando con este concepto, repito soy zootecnista y no me imagino como puede uno hacer una agricultura orgánica para la ganadería, o sea, en fincas ganaderas cuando lo que hay como residuo para hacer materia orgánica es lo que sobra, es lo que se cae de los árboles y es lo que los animales no se comen, lo que hoy en día hemos aprendido que no son malezas sino buenazas, entonces en extensiones grandes me parece que ese sería un proceso de muy largo plazo. La experiencia particular que tenemos es que combinando las 2 cosas, pero fundamentalmente el uso del compost bien utilizado, las cosas funcionan muy bien. Yo por ejemplo tendría que documentarme mucho para resistirme a aceptar el consejo de los países a los que he hecho referencia, no pretendería nunca en mi vida, acabar un lombricultivo que tengo instalado hace 6 años, me resistiría a eliminar el uso combinado de compost agrícola con compost animal. Lo que si me parece interesante es que poco a poco en nuestra cultura, estamos tratando de utilizar la menor cantidad posible de tóxicos, de agroquímicos, de dar un manejo razonable al suelo y de manejar de manera integral los conceptos. Yo particularmente y de la manera más respetuosa, le digo que para mí se generan muchísimas dudas, la recomendación de los países que no utilizan el compost, ahora si uno va a enterrar un compost no digerido y no suficientemente preparada la tierra, pienso que ahí sí hay unos inconvenientes de orden técnico, pero me parece que la utilización razonable del compost es excelente y además, demostrable. En segundo lugar, no solamente es el compost sino todo lo que hay alrededor de los abonamientos con productos de las heces de las diferentes especies animales, me estoy refiriendo al caso específico de la porquinaza, de la conejaza, de la pollinaza, no de la gallinaza. También las hormigas que hoy nos están dejando un compost que hemos venido utilizando, yo digo que respetuosamente porque tendría que documentarme muchísimo y mirar lo que durante 10 años hemos venido trabajando. Ahora desde el punto de vista del manejo razonable de los desechos agrícolas, pienso que usted tiene toda la razón en que la cobertura vegetal puede ser una alternativa, pero usted decía que había una controversia en que si esto se aplicaba a extensiones grandes o extensiones pequeñas, ayer casualmente hacíamos un análisis con algunos técnicos, que volver o que tratar de hacer algo en 100 hectáreas para mejorar la textura del suelo o volverla más orgánica, sería muy costoso, esos serían procesos muy lentos, mientras que en el compost lo que nosotros hemos observado es que se acelera.

**Dra. Ana Primavesi:** El problema del compost es el siguiente: siempre hemos considerado hacer el trabajo menos pesado para el agricultor, porque el compostaje es muy lento y trabajoso, es pesado hacerlo. De modo que nosotros tratamos de disminuir al máximo este trabajo para no sobrecargar,

porque sino la agricultura orgánica se torna un suplicio para el agricultor y la van a dejar porque es un sacrificio, trabajan padre, madre e hijos y todo el mundo para hacer este compost. Ahora, en el trópico en la mayoría de partes, especialmente en las propiedades grandes, no necesitan compost. Tengo un vecino que hace compost con bagazo y con estiércol de ganado, claro, el bagazo simplemente no es suficiente para mejorar el suelo. Ahora, por ejemplo la ganadería es mucho más interesante o tal vez, más fácil para el propietario: recibe en una vasija toda el agua y todo el estiércol y lo mezcla todo, ese líquido se transfiere al campo, hay máquinas que hacen esto, el trabajo para el agricultor es menos, porque debemos considerar que para los agricultores con este asunto del compost trabajan 2 o 3 veces más, él trabaja desde las 5 de la mañana hasta la noche con mujer e hijos, naturalmente que esta parte es la que se intenta disminuir. Ahora, si el compost se hace de ganado confinado vertiendo la paja y el estiércol, todo junto, porque el compost sin paja no funciona, entonces está obligado a hacerlo porque tiene todo. Se debe programar firmemente lo que se hace, siempre de la manera que sea más fácil para el agricultor y que a la vez tenga efecto para el suelo. Esta es nuestra preocupación. De otro lado, por ejemplo un gran propietario de agricultura convencional, siempre en contra de nuestra propuesta natural, argumentará que ¿cómo vamos a hacer compost para 2.000 hectáreas de café?, no se puede, es mucha cosa. Entonces debemos trabajar con métodos alternativos y aquí viene el asunto, lo que nosotros necesitamos es alimento para la vida del suelo, para la vida aeróbica del suelo, para la agregación que nos permita la entrada de aire y de agua. Ahora, que ¿cómo va a hacer usted esto?, esto depende del material del que dispone el hombre, de las personas que trabajan, del tamaño de la propiedad, va a depender de muchas cosas y conforme a eso el hombre dispone su trabajo.

Participante 3: Una de mis inquietudes es como empezar este trabajo en una zona como los Llanos Orientales donde los suelos son oxisoles de altos contenidos de aluminio, hierro y unos pH bajísimos, ¿cómo podemos empezar?. Allí la materia orgánica es menor de 2%. En el concepto que nosotros trabajamos utilizamos correctivos como la cal, a propósito de lo que escuchábamos esta mañana de cómo es que debe hacerse. ¿Cuál es el manejo apropiado para hacer estos cambios de pH?. Y ¿cómo sería el trabajo en estos suelos tan difíciles?

**Dra. Ana Primavesi:** Este sistema de corrección del pH del suelo fue implantado de América del Norte porque ellos tienen un pH de 7.0 que es óptimo, nosotros no. En nuestro clima tropical un pH óptimo es 5.6, 5.8, no de 7.0. Si nosotros tenemos ese pH, nuestro suelo está en mejor producción. Aquí no es correcto hablar de corrección, porque necesitamos el calcio como nutriente y no para neutralizar el aluminio. El aluminio es tóxico cuando el suelo está muy compactado y en un ambiente anaerobio. En un experimento que hicimos en donde el suelo fue compactado artificialmente, encontramos que en la medida que el suelo se compactaba, el aluminio subía, por el contrario, cuando el suelo estaba en estado de agregación, no había aluminio. De modo que la presencia tóxica del aluminio, es justamente porque el suelo ya está decadente. Por otro lado también es un problema de análisis de suelos, por ejemplo en los suelos de la Amazonía si hacemos el análisis en Sao Paulo vamos a encontrar 12 o más miliequivalentes de aluminio, pero si el análisis se hace en Belém, encontramos 1 o 2 miliequivalentes de aluminio, tenemos problemas porque ningún laboratorio determina el nivel de compactación del suelo, simplemente dicen: hay tanto aluminio tóxico y listo. Además hay otro asunto y es que las variedades adaptadas al aluminio tóxico pueden soportar muy bien hasta 2.5 miliequivalentes por 25 milimoles de aluminio. En conclusión, no podemos enfocar o ver los suelos tropicales con el mismo enfoque del suelo de clima templado, son completamente diferentes, nosotros aquí en la Amazonía tenemos toda esta vegetación, que es la más abundante del mundo, incluso más que en Africa, en suelos muy, muy pobres y muy, muy ricos en aluminio, entonces simplemente no podemos decir que vamos a hacer una corrección. Este tipo de correcciones del aluminio es justamente para los suelos de clima templado y no para los nuestros, aquí lo que necesitamos es un equilibrio. Por ejemplo en Brasil para la mayoría de cultivos está bien una saturación del complejo de cambio del calcio de más o menos 25, máximo 40. Si habláramos de América del Norte y Europa debe estar en 80. Son otras situaciones y si transferimos tecnologías del norte para el sur, estamos equivocados, porque a nuestros suelos debemos darle otro enfoque, nuestros suelos dependen en un

80% del reciclaje de la vida, entonces la propia planta cuanto más productiva es y cuanto mejor crece, tanto más ella nutre la vida y cuanto más ella nutre la vida, tanto mejor nutrida está la planta. Esto es un enfoque de ciclos, no de factores aislados donde se separa aluminio, calcio, etc., por el contrario, son los ciclos de nutrientes, ciclos de la vida, de la materia orgánica y de la microbiología, esto es exactamente el equilibrio del suelo. Por favor, dividamos el enfoque del suelo de clima templado de nuestro suelo.

**Dra. Marina Sánchez:** Realmente soy una aprendiz en la parte de ecología del suelo, mi aproximación ha estado más en torno a las micorrizas, muchos años de trabajos que me llevaron a comprender que siendo un recurso muy importante del suelo, no resolvía todos los problemas y que solamente en la medida que tuviera una visión holística, la llamada que nos ha hecho la Dra. Primavesi a integrar y a mirar como un sistema, de pronto podría empezar a trabajar mejor y a buscar algunas soluciones como ella también lo ha dicho con mucha sabiduría, soluciones que no podemos pensar que nos van a funcionar en todos los ambientes, sino soluciones particulares. No he trabajado en los suelos de los Llanos Orientales, he trabajado en los suelos del Cauca, tratando de acercarnos al modelo de sistemas donde ya no solamente miramos las micorrizas. Las micorrizas nos llevaron a fijadores de nitrógeno, fijadores de nitrógeno necesariamente a materia orgánica, y solamente en la medida que hemos considerado a mirar estos cambios, también como lo plantea la Dra. Primavesi que siempre estamos pensando con lo que hemos aprendido en textos norteamericanos, hemos aprendido más de la agricultura de la zona templada que de nuestra agricultura, entonces estamos siempre pensando como transferir lo que nos viene de allá, no como construir lo nuestro, con el sólo hecho de que estamos aquí, la mayoría estamos en eso, estamos es en una búsqueda. En esa búsqueda he visto por ejemplo que uno de los grandes problemas que afrontamos, es que siempre buscamos adaptar el suelo a la planta y no trabajar realmente con lo que tenemos. Cuando ella nos hace este llamado, en términos del uso de la materia orgánica, nosotros en este momento en el Cauca y en la zona del Valle, en un área descubierta por minería a cielo abierto, tratamos de integrar esos factores donde la materia orgánica nos está jugando un papel fundamental en la medida que movemos esa materia orgánica, e inclusive no compostándola, porque pues como estamos en un debate con respecto al compostaje, mi actitud con respecto al compostaje es muy abierta, hay momentos en que el compostaje puede ser una gran alternativa para nosotros dependiendo de las condiciones que tenemos, pero hay otros en que lo ideal es el llamado que ella nos hace al uso de la materia orgánica así *in situ*. Nosotros por problemas de dinero, no disponemos de muchos recursos, pues trabajamos con materia orgánica *in situ* y hemos visto que en periodos muy cortos, para lo que es la vida del suelo, uno comienza a ver respuestas solamente con el manejo de materia orgánica *in situ* y tal vez algunas plantas –tuve la oportunidad de estar con la Dra. en otro evento- que había trabajado por intuición con el guandul y la oí allá, y cual no sería mi alegría, comencé a ver que un subsuelo comenzaba a presentar características de suelo. A raíz de esto surgió esta cartilla que se llama “El Suelo un Sistema Vivo” y entonces comenzamos a ver que a medida que trabajábamos esa materia orgánica en plantas como el guandul, que es una planta formadora de estructura, nosotros la veíamos creciendo sobre roca y nos parecía increíble que una planta nos comenzara a formar suelo sobre la roca, nos parecía una planta que trabajaba como biotaladradora. En este momento seguimos trabajando con el guandul, vemos entonces que posiblemente las soluciones que teníamos allá, en este sitio tan específico, no nos funciona en otras partes, es la llamada ante la pregunta y la conclusión es que estamos en procesos de construcción, donde no tenemos respuestas, lo que tenemos es una cantidad de elementos y donde lo importante es que tenemos que construir la agricultura tropical. A nosotros y a las generaciones venideras nos corresponde ese proceso de construcción.

**Dra. Guadalupe Caicedo:** Quiero hacerles una serie de comentarios, igualmente desde mi puesto de aprendiz. En cuanto a la materia orgánica, nosotros en nuestro trabajo en el Jardín Botánico de Bogotá y con algunos compañeros aquí presentes: Daniel, Carlos, en nuestro trabajo de manejo de plagas, de pronto abordamos la situación viendo simplemente que muchas plantas de la región que no se pueden adaptar o que tienen limitantes con las plagas, concibiendo las plagas como limitantes, con la materia

orgánica se pueden superar muchas cosas. Como ejemplo tenemos el caso de la utilización de hongos entomopatógenos, se puede conseguir y dependiendo de la especie, como es el caso de *Beauveria bassiana*, con longevidades en el suelo superior a 6 meses y utilizándose como un bioinsecticida, sin necesidad de darle al suelo una reposición de inóculo, o también con otras plagas que eventualmente pueden ser difíciles por los disparos poblacionales como son los pulgones. También hacemos la consideración que la plaga existe porque sobra algún aminoácido o porque falta algo, y en ese sentido de carencia o de pronto de demanda de elementos, concebir que todo eso se mejora con base a tener un conocimiento de qué materia orgánica se aplica.

**Dr. Carlos Ramírez:** Quiero comentar que la pregunta surge al interior de un problema más grande que es el problema de cómo comenzar ante unas circunstancias particulares como es la mencionada por quien formuló la pregunta, en este caso los Llanos Orientales. En esas condiciones de pH y de aluminio de cambio, interpreto un poco, ¿cómo podemos nosotros?, ¿por dónde podemos enfocar el camino?. Mi punto de vista es que hay una serie de cosas que muy claramente no debemos hacer. Por ejemplo una costumbre muy arraigada en los Llanos es la quema y hemos venido insistiendo sobre ese problema. Esta mañana la Dra. Primavesi mostraba los efectos devastadores que esta práctica tiene sobre las posibilidades de desarrollo del suelo, sobre las posibilidades de su existencia y mantenimiento. Claramente vamos viendo que son prácticas que están interfiriendo con la posibilidad de que tengamos un suelo agrícola utilizable. El otro punto que muy correctamente se ha planteado, es el de ponerle un poquito de duda a la idea del “recuperador” de suelos, ¿en qué sentido?, en el sentido que nos han dicho que eso hay que hacerlo y hay que hacerlo pero, ¿tomando como patrón qué?. Tomando como patrón suelos de las zonas templadas en donde esos pH son posibles tanto desde el punto de vista del origen geológico del suelo, como desde el punto de vista de las condiciones agroclimatológicas. Entonces la pregunta es: ¿será necesario que todos los suelos del mundo tengan pH 7.0?, y como derivada de esta pregunta, ¿será posible que todos los suelos del mundo tengan un pH 7.0?. Uno encuentra que a veces es posible movilizar el pH del suelo hasta un valor cercano a 7.0, pero pasando un tiempo, él vuelve y recupera su posición estable y resulta que la posición estable de ese suelo en particular podría ser 5.2, 5.6, una cosa así, es decir hasta donde ese pensamiento del parámetro que nos han dado, nos obliga a empujar a la Naturaleza hacia una condición en la que arrancan una cantidad de problemas que después no podemos manejar, ¿porqué?, porque hemos desnaturalizado ese suelo al obligarlo a colocarse en una posición que no era la que correspondía a sus condiciones geológicas y a sus condiciones climatológicas. Entonces es en ese sentido que tenemos que pensar un poquito, no se nos está pidiendo una formulación de 12 o 15 puntos, si un poco en el contradiscurso de lo que no debemos hacer y es claro: no debemos encalar, no debemos quemar y como muy bien lo planteaba la Dra. Marina Sánchez, pensar un poco en eso de obligar al suelo de que tiene que producirme es este tipo de cultivo que me han dicho que es rentable, pero la pregunta es: ¿esa rentabilidad es a qué costo?. Esa rentabilidad es a costo de movilizar el pH hacia un valor que no es sistémicamente aceptable para ese suelo. Entonces dentro de la idea de ir tematizando lo que se plantea en este curso, ir entendiendo que hay unos puntos hacia los cuales podríamos en un momento dado fijar la atención.

**Dr. Pedro Izquierdo:** Respecto a la inquietud de cómo empezar en las condiciones del Llano, yo parto de una base: hoy en día la peor desgracia ambiental de los Llanos Orientales y que se está replicando en el Caquetá, es la homogenización del paisaje en los suelos de vega a partir del monocultivo del arroz y en los suelos de sabana, la potrerización a ultranza con especies “mejoradas”. Entonces aquí ya está el principio de solución: es la recomposición de la biodiversidad original y ese paisaje en aras únicamente de un fin ecológico. En el caso de los suelos de vega con arroz, lo que se hace en arroz es lo que no se debe hacer para tener una propuesta alternativa, ¿a qué me refiero?, lo que se hace por punta y punta es acabar con la microbiología del suelo, es una esterilización, lo mismo que hace un cirujano cuando esteriliza su instrumental para operar, y por otro lado acaban con la comida de esa fauna microbológica. Tenemos también la mecanización que es inapropiada y exageradamente intensiva, esto no lo digo yo, ya está demostrado que voltear el suelo con implementos de disco como el arado y el rastrillo y además rotovator, es la

manera más práctica de acabar con el suelo. Entonces desde lo alternativo están otras tecnologías para seguir cultivando intensamente sin acudir a estos implementos, y la recomposición del paisaje original hay que entenderla no desde un punto de vista paisajístico de cómo se veía de bonita la flora antes, aunque esto es importante, sino desde un punto de vista productivo. Pero aquí viene el inconveniente, que lo he vivido, los propietarios son muy reacios a aceptar que "...si yo soy arrocerero, cómo voy a sembrar en el segundo semestre soya...", o alguna otra leguminosa que en esos términos tan estrechos es algo así como perder el tiempo y la plata, porque "...¿qué se le coge a un caupí...?", estas son preguntas que he escuchado, entonces también el cambio no solamente tiene que ser como tan racionalista y productivista, sino también y sobre todo, diría a nivel espiritual.

**Participante 4:** Quiero dar un pequeño aporte sobre lo que estamos hablando con respecto a la pregunta que hizo la compañera. Realmente las condiciones de los Llanos son muy particulares, trabajamos con pH de 4.5, donde el aluminio no es tan problemático en cuanto a la cantidad porque son 2 o 3 miliequivalentes, lo difícil es tener 0.2 miliequivalentes de calcio y 0.05 miliequivalentes de potasio, situaciones que hacen que la saturación de aluminio sea del 90 o 95%, entonces bajo estas condiciones trabajamos y en la misma línea de lo expresado por la Dra. Primavesi, estamos adoptando tecnologías propias, hay centros de investigación trabajando en la zona y tenemos cultivos para esos sitios. Con relación a lo que decía de cómo empezar a mejorar estos suelos en la parte agrícola, también estoy de acuerdo con lo que dice la doctora y estamos tratando de incorporar tamos, porque teniendo en cuenta las áreas, es muy difícil pensar en un compostaje. Trabajamos con tamos, pero sí tenemos un problema y es por la alta acidez del suelo, los materiales que nosotros incorporamos tienen una relación carbono/nitrógeno muy alta, presentándose "secuestro" de nitrógeno del suelo cuando sembramos el siguiente cultivo. Me gustaría que nos ilustrara sobre cómo podríamos solucionar esto.

**Dra. Ana Primavesi:** Esto fue explicado en la mañana: si entierra la materia orgánica, el tamo, a 20 cms o más de profundidad, aparecen todos los problemas que está mencionando y en ese suelo, es imposible sembrar por lo menos en 3 meses porque requiere nitrógeno, hay descomposición anaeróbica donde se producen gases tóxicos como sulfídrico, metano y otros, entonces por eso hacemos aplicación de la paja solamente en la camada superficial, es un rastrojo con 8 o máximo 10 cms de profundidad. El suelo parece muy sucio pero esto no importa, el problema ahora es adaptar la máquina sembradora para poder sembrar en este campo "sucio".

**Participante 5:** Nosotros incluso no estamos incorporando, de acuerdo con lo que dijo el señor ahora, no estamos utilizando ni rastras ni arados para voltear, estamos trabajando con implementos rígidos que no voltean el suelo, permitiendo que los residuos queden superficiales y aún así, tenemos el problema.

**Dra. Ana Primavesi:** Pero tanto más carbono, tanto mejor para el suelo. Por ejemplo, en Argentina tenían 20 millones de hectáreas de suelos salinos que fueron justamente recuperados con tamo de una relación carbono/nitrógeno muy grande, porque el problema no es el nitrógeno que se aplica, porque si se tiene un suelo más o menos bueno en fósforo y calcio, no se necesita más que colocar el tamo, pero si los contenidos no son muy buenos, entonces se coloca un poco de fósforo y calcio, presentándose una fijación muy fuerte por *Azotobacter*. Ahí tenemos el problema porque *Azotobacter* es una bacteria de suelos de pH 8.0 en Europa, pero en Brasil se da muy bien con pH de 4.5 a 5.2, es que todo lo adaptamos, los datos de que disponemos son de otros países, de otros continentes, no son los nuestros. Nosotros tenemos que ver que con el tamo, con una gran relación de carbono/nitrógeno es mejor para la vida del suelo porque las bacterias celulolíticas producen mucha más jalea bacteriana, por lo tanto, mucha más agregación del suelo, que con una relación más pequeña. Sobre este caso trabajé varios años y los argentinos me decían: "las bacterias necesitan nitrógeno, pero ¿de donde lo sacan?, las citofagas sacan el nitrógeno de la *Azotobacter* que aparece del aire, pero por ejemplo en un suelo completamente esterilizado que no tiene nada, poco después va a estar lleno de bacterias, de nemátodos y otros, que porque vienen del aire y de reciclajes muy rápidos, pero no es así. Dra. Marina Sánchez: Esa parte de las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, ellas necesitan bastante carbono, entonces cuando se tiene este material rico en carbono, con esas altas relaciones

carbono/nitrógeno, el haber tanto carbono estimula las fijadoras como *Pseudomonas* y *Azotobacter*, citofagas que trabajando ayudan muchísimo, además de una flora inmensa de fijadoras asimbióticas que nosotros no conocemos, fuera de *Azotobacter* y *Azospirillum* realmente hemos trabajado muy poco, pero es inmensa la posibilidad. Conozco una experiencia en el Valle con una agricultora de caña que estaba haciendo su trabajo con cachaza, se le presentaba deficiencias de nitrógeno y en épocas de bastante humedad, entonces lo que hizo fue sembrar una leguminosa en las calles y al llegar a determinado período, la incorporaba. Me invitó a ver sus ensayos, ella no tomaba datos, pero una agricultora como son muchos ahora, investigadores y de verdad noté mucho cambio en la medida que ella hacía esta incorporación con leguminosas. Este es un ejemplo de cuales serían algunas de las rutas, la posibilidad de incorporar, comprendiendo que en esas primeras etapas de incorporación del material, teniendo una relación carbono/nitrógeno tan alta y a la vez, la inmovilización por parte de los microorganismos, puede presentarse una deficiencia, temporalmente se puede obviar con la incorporación de leguminosas y así, después sí dejar trabajar toda esa flora, porque de todas maneras van a estar allí los fijadores asimbióticos, pero dejar ya que ellos proliferen y hagan el trabajo más importante que es capturar la fracción de nitrógeno más grande que tenemos y que menos aprovechamos como lo es el nitrógeno atmosférico. Dr. Roberto Forero: El 78% del aire es nitrógeno, entonces sería eso. Cuando usted dice incorporar es dejar de la superficie para arriba, no es enterrar. Dra. Marina Sánchez: No enterrar. Dr. Roberto Forero: Es que la palabra incorporar lleva a enterrar y es un error fatal. Cuando hablemos de incorporar estamos hablando del suelo para arriba. Dra. Marina Sánchez: Simplemente cortada y dejada sobre el suelo.

**Participante 6:** Aquí en la Sabana de Bogotá la proliferación de cultivos de flores es lo que manda, en principio la hidroponía es lo que está reemplazando la siembra en los suelos con flores por problemas de *Fusarium*. Entonces, estos dos sistemas, tanto hidropónico como bajo invernadero con cubierta, ¿pueden llegar a ser cultivos orgánicos?

**Dra. Ana Primavesi:** La hidroponía es una pregunta que todo el mundo hace, si usted siembra en hidroponía, usted coloca solamente los nutrientes que conoce, usted puede juntar un poco estos nutrientes, pero los nutrientes que no conoce o no sabe en que cantidad son imprescindibles, usted no los tiene en hidroponía y normalmente la hidroponía no se hace en campo abierto, es bajo protección, entonces los elementos están también de manera diferente. Un producto de la hidroponía no es un sistema, y normalmente los que hacen agricultura orgánica, biodinámica, ecológica, no consideran la hidroponía.

**Participante 7:** ¿Qué pasa con el cultivo bajo invernadero?, se maneja intensivamente en cuanto a fertilización, se cosecha todos los días, continuamente está generando material vegetal, me refiero al cultivo de flores que es un cultivo altamente tecnificado, y produce una cantidad inmensa de desechos vegetales. ¿Qué pasa con la agricultura orgánica cuando hay cubierta plástica, que además hace que las condiciones que están afectando la materia orgánica del suelo, la mineralización, la radiación y brillo solar, la humedad relativa, se alteran con la postura del plástico?, ¿Cómo puede uno ir hacia la agricultura orgánica?, y en el caso de los floricultores que no pudiéramos utilizar o no deberíamos utilizar el compost que estamos elaborando con nuestros desechos vegetales, ¿qué haríamos con ellos?

**Dr. Carlos Ramírez:** Bueno, la pregunta tiene más de un componente. Desde mi punto de vista, no creo que uno pueda anular la posibilidad de una agricultura orgánica por el mero hecho de colocar un invernadero, hay casos en los cuales se necesita colocar una protección pero eso no quiere decir ni que el invernadero es orgánico ni que no lo es, depende como lo estamos trabajando. Si es un invernadero permanente, totalmente encerrado, que construye un sistema isobárico allá dentro, aislado del resto de las condiciones del mundo, pues pienso que estaría bastante alejado de una concepción orgánica de la agricultura y de una agricultura orgánica ecológica, pero así mismo se puede pensar y conozco casos de invernaderos que son fundamentalmente de protección, por ejemplo contra las lluvias en ciertos cultivos que son muy sensibles a la humedad foliar y los invernaderos, se abren o se cierran, prácticamente se desconstruyen todos los días y vuelven y se construyen diariamente, es

decir, hay diferentes manifestaciones del hecho invernadero. O sea, hay que tematizarlo un poco, por el hecho de ser invernadero no quiere decir que es orgánico ni que no es orgánico, habría que entender en que medida estamos manteniendo una condición artificializada dentro o no, como primera cosa. Segunda cosa, respecto a lo que pregunta en cuanto a la compostación de los residuos de los cultivos de flores, yo que soy un propugnador de la compostación, considero que habría que tomar en cuenta que tipo de desecho estamos manejando, porque fundamentamos el manejo de la compostación sobre dos principios nucleares: uno que sea material biodegradable y dos que sea material sano, es decir, que sea material no contaminado. Sabemos que hay mucho desecho procedente de cultivo de flores que viene con altas tasas de contaminación con materiales químicos de síntesis artificial, que no son ni cercanamente biodegradables, en este caso me resistiría a hablar de compostación. Abro un amplísimo campo de interrogantes respecto de la función biológica de este tipo de materiales, cuando vamos a volverlo aplicar en un cultivo. Entonces miremos que lo que hace orgánico o no orgánico a la cosa, no es una simple definición que coloquemos en la puerta, sino es una serie de procesos que nosotros estamos haciendo, una serie de cosas y de cuidados que hacemos, es decir una posición respecto a nuestro trabajo, y eso si es lo que es orgánico o no es orgánico. Dra. Ana Primavesi: Existen muchas entidades que trabajan orgánico en invernaderos, pero el gran problema es que el suelo debería estar cubierto con mulch, pero esto también depende de la irrigación. Si se hace irrigación por goteo, la mayor parte de la cobertura de protección que se coloca sobre el suelo, nunca se va a descomponer. Todos los que trabajan con orgánico, trabajan con microaspersión para que el mulch también se descomponga y haya más vida en el suelo. Otro asunto es justamente que si es orgánico, mínimo se debe hacer por dos años un abono verde. En el invernadero es muy fácil que usted coloque abonos de más, calcio y otras cosas, y lo tercero es que los micronutrientes se desequilibran con más facilidad. Conozco una entidad que hace agricultura natural con tomates en invernadero, los tomates no crecían por falta de molibdeno y además la deficiencia de boro era pronunciada, no hacían uso de los abonos verdes, utilizaban un compost con base en cáscara de grano de maíz. Bueno, trabajaban solamente con eso que funciona muy bien en cultivos que no necesitan mucho molibdeno como el trigo, pero el tomate y el repollo si lo necesitan. Entonces en cualquier abono orgánico que se elabore, hay que saber que es lo que está faltando, en tomate orgánico por ejemplo se puede plantar durante 7 años y es cada vez mejor, porque la microvida de la rizósfera del tomate beneficia a otro tomate. Pero si se siembra repollo después de repollo, el cultivo va a tener muchos problemas, especialmente de un hongo que afecta las raíces que se vuelven más gruesas y consecuentemente, no absorben agua suficiente, por lo tanto se riega más y van a haber muchos problemas de hongos que atacan la cabeza del repollo. Entonces tenemos que ver que cada cultivo es diferente, esta mañana hablábamos de eso, que las plantas se gustan, que las plantas no se gustan, esto es muy importante en agricultura. Ahora, bajo invernadero el problema es mucho más grande, en mi región todo el mundo abandonó esto, aunque la ventaja grande que se necesita menos nitrógeno ya que es mejor aprovechado por la planta, no hay vientos y en el caso del tomate es importante porque este cultivo necesita un poco de viento, aquí no se puede obstruir completamente el viento porque entonces el tomate poliniza menos. En conclusión, hay muchas cosas, no hay una orientación para todos, cada uno es diferente un poco.

**Participante 8:** Nosotros hace unos años empezamos a trabajar en la institución con lo que es la alelopatía y revisando la literatura, encuentro con que hay cultivos que ejercen ciertos procesos alelopáticos sobretodo en procesos de descomposición. ¿Cómo puedo contrarrestar aquellos problemas alelopáticos cuando estoy trabajando con este tipo de materia orgánica fresca?

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, en la mañana daba una serie de plantas alelopáticas y sinérgicas.

**Dra. Guadalupe Caicedo:** Retomando lo que usted preguntaba sobre compuestos orgánicos en floricultura, te diría que es muy delicado generalizar, recordemos que muchas de las plagas que se presentan en floricultura y en el caso de los hongos, tienen estructuras de resistencia que pasan por encima del efecto del compost, igual después te aflora un Fusarium o tipúlidos (barrenadores), todo

está directamente proporcional a la cantidad de carga orgánica, por lo tanto, allí cada cultivo es una historia diferente.

**Dr. Roberto Forero:** Como el tema inicial es cómo empezar en agricultura orgánica, y hay muchas regiones con monocultivo, especialmente de cereales y granos. En Colombia se copió el modelo del norte de granos y cereales y mecanización, pero mientras que los cereales del norte tienen un verano de 18 horas de luz, de fotosíntesis, en nuestro país tenemos 8 horas de luz solar, o sea, de fotosíntesis. Por lo tanto, en granos tenemos la mitad de sol que en el hemisferio norte. Teniendo en cuenta que hay cantidades de monocultivos como en los Llanos y en otras regiones, qué dirías tú sobre cuales deben ser los cultivos más tropicales, más acordes a este asunto de la fotosíntesis y de cultivos permanentes o no permanentes, algunas palabras sobre los productos tropicales en relación con lo que hicimos que fue granos y cereales en la mayoría de nuestras tierras.

**Dra. Ana Primavesi:** Los cereales no son tropicales. Antiguamente en el trópico se tenían raíces y no cereales, los cereales son todos importados. Número 2: esta historia de la fotosíntesis es muy interesante en cada región, pero no se puede decir esta región tiene mucho más, está mejor. En el norte se hicieron varias experiencias en este sentido y por ejemplo, llevaron cereales de Finlandia y los plantaron en Italia, pero nunca consiguieron que florecieran y formaran granos, ¿porqué?, porque durante medio año que hay sol, lo que hace es que simplemente baja un poco y hay 2 o 3 horas de penumbra y de nuevo el sol, aquí la fotosíntesis debe ser muy alta y las plantas de allí ya están adaptadas a este tipo de vida, por lo tanto, si ahora tienen fotosíntesis de menos horas, pues no producen. De igual manera pasa con el trigo de Alemania que en Finlandia no produce con toda esa luz. Cada planta está calibrada para un tipo de fotosíntesis, por eso la transferencia de una planta del norte para el sur no es muy bueno, porque no se presenta lo que necesita. Nosotros creamos variedades adaptadas a nuestras regiones, a nuestro suelo, a nuestro ecosistema. También tenemos este asunto de las plantas que se gustan y no se gustan. Por ejemplo la papa es seriamente perjudicada por el girasol, pero se beneficia mucho con el amarantus (kiwicha). Ahora, sobre la fotosíntesis, lo típico de la fotosíntesis del trópico es que las plantas la realizan con 4 carbonos y no con 3. En las plantas de clima templado, su fotosíntesis la realizan con 3 carbonos, las plantas tropicales hacen ácidos orgánicos con 4 carbonos, es más rápido y tienen una producción mayor porque consiguen aprovechar pequeñas cantidades de carbono del CO<sub>2</sub>, pero las de clima templado no consiguen vivir con poco gas carbónico. En épocas calientes nuestras plantas cierran sus estomas para no perder mucho agua, es como si usted cierra esta puerta, ninguna persona sale pero tampoco ninguna persona entra, es la misma situación, no sale más agua y tampoco entra más gas carbónico, es muy poco la cantidad de gas carbónico, solamente las plantas de 4 carbonos que son del trópico consiguen producir con esta situación, de otra manera es muy complicado. Participante 9: Quienes estamos en este seminario sobre manejo ecológico del suelo, en el fondo lo que estamos haciendo es un replanteamiento de nuestras actitudes, pienso que el primer paso sería cambiar y cambiar es tener una mente abierta, es ponerle un poco de sentido común, analizar lo que la agricultura convencional nos ha dejado. A la señorita que preguntaba sobre que hacer, me permitiría comentarle que lo primero que hay que hacer es valorar los diagnósticos existentes a nivel zonal. En lo que se refiere a caracterización de suelos, el ICA a hecho un buen trabajo, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha hecho un buen trabajo, al igual que algunas otras instituciones, eso ayuda un poco a determinar la vocación de un suelo. En tercer lugar, yo pienso, ya lo ha dicho la doctora, hay que conocer las fincas como sistemas independientes, pero a pesar de su independencia, pienso que hay que medir la oferta ambiental, que se ha producido en el pasado, cómo se ha producido e incluyendo dentro de la oferta ambiental algo muy importante que es el recurso humano, uno no puede traer una persona de otra región a producir lo que no sabe y no conoce. Sobre el análisis de esta mañana quisiera cerrar la discusión diciendo: “ni tanto que queme al santo, ni tanto que no lo alumbre”, porque hay que revisar un poco los sistemas de producción vigentes, sobre todo los sistemas de producción de nuestros abuelos, y considero que no existe un plan único, para decir: “por favor señor agricultor de tal municipio haga esto”, eso no existe. Considero que hay que analizar la biodiversidad, mirar las experiencias, sobretudo

de las experiencias lo más interesante es rescatar los errores y sobretodo mantener un permanente nivel de actualización. Eso de volver al campo, de no quemar, no sembrar productos que no se dan, no usar indiscriminadamente productos de síntesis química, considero que debe ser el comienzo del cambio de actitud porque de lo contrario no vamos a hacer nada. Y lo otro, estar con los pies en la tierra, porque a veces decimos que el “monocultivo”, pero hay que hacer la diferenciación de algunos términos, por ejemplo diferenciar cuando se trata de cultivos permanentes o transitorios, sobre todo en los profesionales que asesoran, el caso de un agricultor que tenga 50 hectáreas de mango no le podemos venir a decir que elimine las 50 has. de mango porque escuchamos en un seminario que hay una serie de alternativas diferentes. Y para terminar, que eso lo mencionaba Pedro y que es un argumento el cual yo comparto totalmente: hay que volver un poquito al paisajismo de hace muchísimos años, porque de lo contrario Colombia se nos va a volver un desierto.

**Dr. Carlos Ramírez:** El cambio de la agricultura de agrotóxicos a una agricultura ecológica ofrece muchas resistencias de todo tipo, entre otras cosas como ya se ha dicho acá, no solo es un cambio de tecnologías, sino un cambio de paradigmas y yo diría aun más, una actitud ante la vida. Pero refiriéndome a uno de los inconvenientes más inmediatos, es justo lo que acaba de mencionar, el cambio de monocultivo a una agricultura con mayor diversidad, que entre otras cosas es uno de los principios fundamentales, el cambio es como conciliar, el ejemplo que acaba de mencionar el compañero es apropiado, es como conciliar esa transfusión de cultivos asociados a alta productividad y a alta rentabilidad, con la necesidad de incrementar la biodiversidad en la agricultura ecológica, porque también existe un poco el equívoco que la biodiversidad atenta contra la productividad en términos de la rentabilidad inmediata. Ahí hay también un problema de mercado y de forma de comercializar productos.

**Dra. Guadalupe Caicedo:** En un cultivo de mango orgánico, así como veíamos en el video, no hay monocultivo, por una razón: por metro cuadrado entre hierbas y demás plantas de porte pequeño, tienes una diversidad muy grande, no es solamente el árbol de mango con el suelo desnudo, que ese realmente es el monocultivo.

**Dr. Roberto Forero:** El video de Brasil mostró los naranjos en medio de 20 especies de plantas nativas distintas. Dra. Marcela Porras: No solamente tener 20 especies de malezas, también puede tener 3 o 4 cultivos intercalados, entonces la idea es tener mayor diversidad y manejar estratos, ejemplo: café bajo sombrío, donde hay un estrato de porte alto, uno medio y uno bajo.

**Dr. Roberto Forero:** de la otra sala hay estas preguntas: muchos de nuestros productores establecen una gran consideración sobre los efectos de la luna en la actividad agrícola, ¿ejerce la luna alguna influencia sobre el comportamiento del suelo?, ¿hay un efecto sobre la vida microbiana del suelo?.

**Dra. Ana Primavesi:** La luna si tiene mucha influencia sobre la agricultura y sobre las plantas, por ejemplo: si usted corta un árbol en luna creciente o si lo corta en luna menguante, va a durar mucho tiempo. En el mar las mareas son causadas por la luna. Sabemos que las plantas medicinales lo son porque son mucho más ricas en sustancias medicinales, sustancias que algunas veces no tienen casi nada de amargo, sin embargo en luna llena muchas de ellas están llenas de amargo. Ahora en agricultura, un problema principal es la lluvia, porque si no hay agua no adelanta nada, entonces usted debe aprovechar la época en que la tierra está mojada, pero si tiene la posibilidad de hacer riego y no depende de la lluvia, entonces lo de la luna es bastante interesante, y especialmente cuando es la época de cosecha, por ejemplo si tiene ya la cosecha es mejor que lo haga en luna llena y no en creciente. Todas estas cosas de la luna son muy importantes. Estudiante: Hablando de la parte del nitrógeno, personalmente me ha llamado la atención las leguminosas tanto arbustivas como rastreras. En esta parte quisiera la opinión sobre el empleo de leguminosas como matarratón, acacia, leucaena o maní forrajero, su actividad como fijador de nitrógeno en el suelo, ¿cuáles son las más aptas de 1.800 ms hacia arriba?.

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, primero las leguminosas no son las únicas que pueden fijar nitrógeno, se conocen unas 4.000 leguminosas y solo el 7 u 8% fijan nitrógeno, las otras no. De otra parte, hay muchas plantas nativas de los bosques que fijan nitrógeno por las hojas y no por las raíces. La fijación

de nitrógeno no depende solamente de la presencia de rizobacterias, depende también de hongos, *Rhizobium* solo no fija nada. Casi todos los fijadores de nitrógeno necesitan ser trabajados, por ejemplo si usted planta *Azotobacter* solita en una caja de petri, ella fija una cantidad de nitrógeno correspondiente a 20 k/ha, pero si usted coloca una ameba junto con ese *Azotobacter*, ella fija 200 k/ha, así trabaja más. El nitrógeno puede ser fijado por muchas bacterias y no simplemente por dos. En Argentina donde se ha utilizado el monocultivo de soya por muchos años, desde hace unos 20 años, tienen regiones donde no crece más la soya por causa de las rizobacterias, se tornaron deletéreas, ellas matan las hojas. Entonces vemos que no podemos decir aquí está la solución para todo, esto no existe. De otra parte, el caso de la *Pseudomonas* en la rizósfera del tabaco: si el tabaco está bien nutrido, la *Pseudomonas* fija nitrógeno para este cultivo, pero si el tabaco es deficiente en potasio, la *Pseudomonas* ataca la hoja y acaba con el cultivo, entonces el amigo puede ser el enemigo, usted nunca puede decir que esta es una bacteria completamente buena, el *Rhizobium* necesita el 40% de carbohidratos para la fijación de nitrógeno, ellas no “fijan” grasas y con esto, si la planta esta mal nutrida no fija nada o ataca la planta, además si aparece junto con hongos, se fijan cantidades bastantes grandes. Ahí está el problema, la gente tiene un enfoque muy reducido, y esto no es posible porque el enfoque es más general. Si pensamos que todo el nitrógeno del mundo solamente viene de rizobacterias y *Azotobacter*, ya nos habríamos muerto hace mucho tiempo. Fuera de eso hay hongos que fijan nitrógeno. Así que no existen plantas que fijan nitrógeno, existen bacterias que lo fijan abundantemente para ellas, y claro, después lo libera para los otros. Hoy se cree que la mayor parte de las bacterias solas o en combinación con otras consiguen fijar nitrógeno, ellas vienen del aire, del suelo, son aerobias, anaerobias, de todo, entonces lo que nosotros necesitamos no es criar determinada bacteria, más bien es crear un ambiente donde la vida sea lo más abundante posible y con esto resolvemos todos los problemas del suelo. Dra. Marina Sánchez: Totalmente de acuerdo, sin embargo hay situaciones donde los fijadores de nitrógeno simbióticos juegan un papel fundamental, acá tenemos al profesor Fernando Munevar que ha trabajado muchos años con fijadores simbióticos de nitrógeno. Nosotros hemos vivido algunos casos en zonas de minería a cielo abierto donde ya no hay materia orgánica, la han destruido totalmente, sin embargo vemos allí unas plantas nativas creciendo muy bien y vemos que no hay un aporte vía mineralización, no hay aporte vía esa filósfera. Lo que dijo la Dra. Primavesi es cierto, vemos solamente fijadores en términos de raíces y nos olvidamos que prácticamente todos los sitios de la planta son oportunidades para que haya microorganismos allí presentes y muchos de ellos están allí gracias a su capacidad para fijar nitrógeno, inclusive hongos. Que interesante oír la parte de los hongos, porque nosotros nos hemos encontrado en nuestro laboratorio con hongos fijadores de nitrógeno, algunos no aceptan los hongos como fijadores biológicos de nitrógeno, sin embargo los hemos encontrado, pero en esos ambientes tan degradados los fijadores simbióticos juegan un papel fundamental. Allí hemos encontrado que casi la supervivencia de esas especies donde no hay materia orgánica, está asegurada vía fijadores simbióticos, teniendo un papel fundamental y casi propiciando que lleguen los otros porque a medida que se va acumulando la biomasa, vienen los otros, los fijadores asimbióticos, viene la parte de mineralización. Al presentarse acumulación de materia orgánica y algo muy importante, remarcando las palabras de la Dra. Primavesi, la parte que siempre estamos viendo que es los organismos individuales, no viéndolos en conjunto, porque cuando están en conjunto la parte sinérgica, volviendo al ejemplo que ella cita, como la presencia de una ameba puede hacer que la actividad de un fijador sea mucho más grande que cuando está solo, lo mismo que cuando hay más biodiversidad. Me pongo a pensar por ejemplo en el caso de las lombrices, ¿qué es lo que nos están aportando?, y uno lo que ve, es que hay un gran aporte de condiciones para que haya biodiversidad, haya vida y haya ese complemento de ciclos. Cuando ella habla de ciclos, a mi me parece que es fundamental.

**Dr. Roberto Forero:** O sea que en esa minería de cielo abierto, ¿el suelo es el aire?. Dra. Marina Sánchez: La fuente de nitrógeno es el aire y si no tuviéramos estos organismos tan importantes como los fijadores simbióticos y asimbióticos, no sería posible. Dra. Guadalupe Caicedo: Tenemos mucha diversidad, por ejemplo el género *Lupinus* es una leguminosa que va casi desde el nivel del mar hasta

la parte paramuna, es una gran fijadora de nitrógeno, lo digo como un ejemplo en cuanto a componentes herbáceos y materiales regionales que tenemos que aprender a utilizar, en el sentido de querer lo nuestro. En el caso del aliso, *Alnus acuminata*, importante por su madera, igual tiene asociaciones con actinorizales del género *Frankia* que también son una bondad en el suelo como otros materiales arbóreos que no necesariamente tienen fijadores de nitrógeno, pero si una gran complejidad de micorriza, pues a nivel de especies arbóreas, también consideramos el propósito, que uno elabore la pregunta que material poner, cómo restaurar el suelo, si el asunto es de restauración. Entonces, se trata de querer nuestros recursos y propiciar que lo que han estudiado otros, lo podamos invertir en el propósito que nos estamos planteando.

**Dr. Carlos Ramírez:** Hablando de fijación de nitrógeno, es como abrir otra puerta. Evidentemente el campo de la fijación de nitrógeno no lo podemos restringir únicamente al problema de las leguminosas, es importante mencionar las azolas que tenemos, que realizan un excelente trabajo para el ciclo de lo vivo, desde un material del ciclo de lo abiótico. Y árboles como el chachafruto, es tan importante que hasta tiene una empresa de transportes en Antioquia: “Transportes Chachafruto”, entonces hay que considerar a la *Erythrina edulis*, y a las otras eritrinas que también las podemos utilizar y que debemos utilizar en el trabajo de arborización de potreros, los alisos que tantos beneficios nos pueden dar y de tantas otras leguminosas, pero en este campo pediría permiso a la amable concurrencia para que el Dr. Fernando Munevar, porque es una pérdida de tiempo ponerme a echar carreta sobre fijación de nitrógeno, cuando está aquí el Dr. Munevar quien lleva “n” años trabajando en esto, de manera que creo que la respuesta central es para que usted la construya.

**Dr. Fernando Munevar:** Gracias, yo creo que las discusiones del día han sido supremamente ricas e ilustrativas alrededor de un punto central: es la utilización de la biodiversidad y diría que cuando hablemos de biodiversidad no nos limitemos a considerar que hay un listado innumerable de organismos en la biosfera, sino que de manera particular, hay un listado interminable de nichos ecológicos y eso es lo que puede el hombre tomar de la Naturaleza y combinar, teniendo como límite únicamente su imaginación, la utilización de todos esos nichos, y de esa manera construir un menú supremamente amplio de opciones de utilización de los fenómenos biológicos, la biodiversidad. En esa lista está la fijación biológica de nitrógeno, además de todo lo que se ha mencionado. En el fenómeno de fijación de nitrógeno, como ya se dijo, hay una amplia biodiversidad, hay todo tipo de organismos, en cuanto a su relación con su medio ambiente, hay organismos aeróbicos, anaeróbicos, que fijan nitrógeno, hay organismos como bien se sabe que lo hacen en simbiosis, dentro de diferentes modalidades de simbiosis, hay quienes fijan nitrógeno en forma libre, asociativa, etc. De manera que en la fijación de nitrógeno se sabe de mucho tiempo atrás, que es una opción para agregar a otra gama de posibilidades biológicas para beneficio de la agricultura. La fijación de nitrógeno por las leguminosas, el hombre la ha utilizado y la ha promovido desde hace mucho tiempo para su beneficio, por ejemplo, esta fijación nitrogenada de las leguminosas no fue incompatible con la Revolución Verde, sobrevivió a la Revolución Verde, es un ejemplo bien interesante. Muchas gracias. Dr. Teófilo Avellaneda: A 2.250 msnm en Algeciras, Huila, tenemos un cultivo de *Lupinus* que lo estamos utilizando para abonos verdes, la pregunta es: ¿la fijación biológica de nitrógeno es mucho más efectiva en el área donde tengo sembrado el lupino o al aplicarlo como cobertura o como abono verde a los cultivos que estoy fertilizando?.

**Dr. Carlos Ramírez:** Ahí la idea es aprovechar un poquito esa capacidad que tiene esta planta para tomar cantidades apreciables de nitrógeno atmosférico y colocarlo en su follaje. Si nosotros aprovechamos ese follaje como abono verde o lo aprovechamos como alimento para los animales, estamos poniendo a disposición del resto del ciclo, el nitrógeno que fue organizado por los fijadores, en este caso, simbióticos de nitrógeno. Entonces usted puede o bien tomar una de las vías, es decir, utilizarlo como material sobre el suelo o utilizarlo como material alimenticio para otros animales y de ser posible, si logra conseguir las variedades dulces, es decir, las variedades que son aprovechables como grano para alimento humano... pues extraordinario!.

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, el lupino es muy bueno en clima templado a subtropical, en clima tropical es un poco problemático y creo que debería ser sustituido por la crotalaria, que es mucho más eficiente en clima tropical. De otro lado, una cosa particular en el lupino es que es la mejor planta para la vid, sin necesidad de adicionar estiércol, solamente plantando lupino se consiguen los mejores resultados tanto en Europa como en los suelos de Brasil, es una particularidad del lupino, sin embargo no todos lo hacen. De otra parte si se utiliza para el ganado, por favor, la leguminosa no debe ser más de un tercio de la ración al día. Esto es muy importante, he visto granjas y fincas de ONGs aquí en América Latina, que daban exclusivamente leguminosas al ganado y luego le enseñaban a los agricultores a combatir el timpanismo, es absurdo, la mejor manera de combatirlo es dar correctamente la ración.

**Participante 10:** Para alguno de los panelistas, quisiera saber cual es la tasa de mineralización anual de la cuenca del Valle del Cauca y segundo, alguno de los compañeros hablaba que el ICA y el IGAC, creo, hacían análisis de caracterización de materia orgánica, no conozco el primer tipo de este análisis. Le agradecería a la persona que me dé esa información.

**Dra. Marina Sánchez:** Hemos hecho algunos trabajos tratando de mirar tasas de mineralización y depende de las condiciones donde uno esté trabajando y hemos tratado de hacer unos pequeños trabajos en tasas de mineralización pero sobre materiales orgánicos, apenas estamos construyendo algunos datos, pero no sobre la materia orgánica del suelo como tal.

**Dr. Roberto Forero:** Nuestro biólogo traductor tiene una pregunta desde el punto de vista de la biología, no de la traducción, entiendo.

**Andrés Torres:** Por lo que alcanzo a captar de lo que se ha hablado a lo largo de la mañana, el consenso de los panelistas y de la Dra. Primavesi, gira en torno a la actitud no tanto de desarrollar recetas específicas para cada finca, sino un principio general de recuperar la vida que se puede ir afinando sobre el terreno en cuanto a recuperar la biodiversidad nativa de la región en la medida de lo posible. Pero aquí hay un problema que yo a veces lo explico con la idea que “un tornillo que entró con destornillador, no sale con la uña”. Me explico, cuando la agresión contra el ecosistema fue tan fuerte, simplemente queriendo retornar al pasado no es tan fácil, hay que tener caminos comparablemente agresivos de restituir el ecosistema. Mucha gente se pregunta que hacer con el lupino, como trabajar en los Llanos... en fin, quisiera pedirle al panel algunas opiniones sobre cuales serían los criterios generales que uno puede aplicar en su finca para iniciar, me refiero concretamente como ir más allá... yo quiero ver mi finca como un bosque, quiero verla bonita cuanto antes, el espíritu del paisaje... si, pero con qué herramientas puedo trabajar, concreta y agresivamente, y qué criterios podríamos elaborar para entre todos buscar eso. La Dra. Caicedo mencionaba algo claro en ese sentido: aprender a querer nuestros recursos, pero yo ya en concreto, en el sitio, que criterios podría tener para buscar o saber que recursos son esos que voy a utilizar para regenerar la estructura ecosistémica. Quisiera pedirles un poco de apoyo en cuanto a buscar esos criterios. Guadalupe Caicedo: Inicialmente así no nos guste, tenemos que, en dependencia del sitio, buscar documentación del IGAC, indagar por ejemplo cual es la vocación de ese suelo. Lo otro, medianamente, buscar la información climatológica de la región, la historia climatológica nos alumbró sobre la vocación de las especies a sembrar y también, así no nos guste, estudiar los modelos naturales de sucesión, porque las plantas no se dan solas, hay todo un fenómeno de sucesión desde componentes herbáceos a nivel de borde, algunas plantas que son semi-transitorias en el proceso de colonización del bosque que deseamos constituir y finalmente, a los maderables en sentido estricto. Para esto, un estudio de vegetación y que podemos sembrar, en concordancia también con las modificaciones o la inclinación que tenga el mismo terreno. Dr. Carlos Ramírez: Se podría agregar otros dos componentes: uno es hablar con los viejos de la región, que consideramos que es un componente fundamental de la posibilidad de volver a tener vida en el pedazo de tierra que nos tocó. Quienes conocen la historia de ese sitio, saben que cuando llegó a nuestras manos, ese sitio iba derecho a ser un parqueadero, el paso siguiente era pavimentarlo y ponerle una entrada y una salida. Si en este momento dista bastante de ser un parqueadero, es porque en gran medida nos hemos apoyado en lo que los viejos nos han dicho que había en esa zona y eso nos ha permitido por lo menos, ponernos en la tarea de conseguir esas plantas. El otro componente al

que yo le creo mucho es a la revegetalización natural de la zona, si uno deja de tirarse las cosas, en gran medida las cosas se arreglan solas.

**Dra. Guadalupe Caicedo:** Sí, aquí también es importante la valoración del “banco de semillas” que tenga el suelo, ahí hay mucha diversidad, pero tal vez algunas cosas ya se han perdido, y esas fundamentalmente serían las que habría que entrar a restituir.

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, yo hablo solamente como pequeño agricultor, y quiero decir que si nosotros empezamos con agricultura orgánica, tiene que ser un cambio suave y cada recomendación que le hagamos al agricultor, tiene que ser un resultado positivo, ellos no deben perder plata, de por sí financieramente ya están muy, muy apretados, porque si usted simplemente implanta un sistema diferente, el agricultor no va a poder cosechar suficiente y empiezan las falencias, y es lo que de ninguna manera queremos. Entonces lo básico para la implantación de una agricultura orgánica o ecológica, es que cada medida que nosotros le aconsejemos al agricultor, revierta en un lucro para ellos. Por ejemplo, un agricultor dice: ¿qué hago?, mi suelo es muy duro, pues no queme su materia orgánica y va a cosechar más. Ahora, si siembra un monocultivo, pues agregue otro cultivo, si planta soya y planta también un poco de maíz, logra cosechar más. ¿qué hace ahora?, ahora va a evaluar las deficiencias y ahí sigue, entonces lo que insisto es que cada medida que usted aconseje al agricultor, debe ser una medida para aumentar el ingreso de él, porque si simplemente manda producir esto o aquello, hacer esto o aquello, así no es posible, ya tenemos muy pocos pequeños agricultores, la mayoría fueron decapitados, quebrados, entonces los pocos que existen los queremos mejorar... claro!! pero mejorar no a costa del sacrificio del agricultor.

**Participante 11:** El tema principal de este panel es como empezar agricultura orgánica, a mi modo de entender, pues realmente aquí en nuestro país y creo que en varios países en vías de desarrollo, ya ese concepto existe, ya todo el mundo sabe que la agricultura convencional no puede continuar, que tenemos que cambiar, creo que eso lo sabe desde el agricultor hasta el más cotizado científico. El problema que veo es cuando llegamos a una pregunta tan especial: ¿cómo empezar?. El tema es tan importante y obviamente han surgido preguntas puntuales, cada uno desde su propio nicho, desde su propio ecosistema y lo que hemos entendido es que los ecosistemas son tan diferentes, inclusive de región a región, y más aun, de país a país. Pero entonces, me atrevo y en forma general, a plantear, digamos, como unos puntos que nos darían la pauta en el sentido de contestar la pregunta: ¿cómo empezar?. Aquí el colega comentó acerca de lo que es el suelo, bueno sí, nosotros vamos a trabajar sobre el suelo, el paciente en este caso es el suelo, hombre, yo no creo que podamos dar muchos pasos, sino conocemos justamente lo que es el suelo.

**Dra. Ana Primavesi:** Quiero decir dos cosas para ejemplificar un poco: cuando fui a Africa a una región de Zaire al sur del Sahara e indagar con los funcionarios del Ministerio de Agricultura por el Ministro, me preguntaron la razón, y al explicarles que mi visita estaba relacionada con agricultura ecológica, los funcionarios reaccionaron con un: ¡adelante!, esto me pareció tan extraño que les pregunté porqué reaccionaban así, me dijeron: “no, no es extraño, porque ecológicamente es la única manera, mire, con agroquímicos y con mecanización va muy bien en cuanto todo está en orden, pero si se llega a una situación extrema y sabe que el desierto avanza de 50 a 70 kms por año, usted puede contar con los 5 dedos de la mano cuando el desierto va a engullir la totalidad de nuestro país, entonces no hay que temer por nuestra escogencia que si quiere o no hacer agricultura ecológica... es una obligación y un funcionario nuestro que no se levante y diga adelante! cuando escucha la palabra ecológica, es considerado como enemigo de la patria”. Quedo claro para mí que con la manera química y mecánica, nosotros no podemos continuar, la agricultura tiene que ser ecológica y no es una invención nuestra. De pronto la gente dice: “ahh! No me interesa, no quiero” y así, pero si la situación es grave, es la única manera de sobrevivir.

**Dr. Roberto Forero:** Les comento: en un viaje que recientemente hice a Valledupar aprecié algo que los pilotos de Avianca, de SAM o de cualquier otra compañía del país, deberían estar gritando el desastre de la martirización, donde martirización es ir al planeta Marte, realmente da dolor sentarse en la ventana de un avión y mirar lo que está pasando en este febrero y no sólo en la ruta Bogotá-

Valledupar, en cualquier otra región, lo que está pasando abajo es aterrador, con las quemadas, con la mecanización y con la mineralización.

**Dra. Ana Primavesi:** Muy interesante... Bueno, entonces decía que para empezar agricultura orgánica, realmente quiero marcar una pauta, como decir, dar esa respuesta a lo que estamos preguntando. Entonces, si vamos a trabajar sobre el suelo, sabemos que el suelo tiene sus potenciales y sus limitaciones, por ejemplo, cuando hablamos de labranza de conservación, sabemos que no todas las áreas son susceptibles a esa práctica, que hay limitaciones, por lo tanto es lo primero que debemos conocer. Luego, me gustaría que todas las personas que estamos aquí revisemos el tema de lo que se llama clasificación agrológica de los suelos. Bueno, y una vez que decidamos que es por la tendencia orgánica y empezamos en cualquier tipo de suelo, todos sabemos que la materia orgánica es la fuente, justamente, pero hay un problema cuando ya nos establecemos en nuestro propio nicho ecológico, la pregunta es: ¿dónde está la fuente de materia orgánica que nosotros vamos a utilizar?, esta es una pregunta que debemos abordar. Sabemos que obviamente la materia orgánica es la base de la agricultura orgánica, es lo que estamos hablando, la pregunta que nosotros tenemos es justamente ¿cuál?... en eso justamente tenemos que entrar a hacer el análisis: vamos a basar la agricultura orgánica simplemente en fuentes de gallinaza o de cualquier otro tipo de desecho proveniente de los animales, o ¿vamos a utilizar abonos verdes?. Tenemos que decidir cual va a ser nuestra fuente de materia orgánica de acuerdo a las condiciones, pero especialmente teniendo en cuenta al agricultor. Si encontramos esa fuente, que es la que muy inteligentemente tenemos que elaborar para no entrar en fracasos, entonces luego si tenemos que entrar a considerar el manejo de esa materia orgánica. Y cuando tenemos el manejo, entonces ahí vamos a entender que la descomposición de la materia orgánica es un proceso enteramente biológico, al considerarlo así, entonces ahí vienen los comentarios y las preguntas puntuales que aquí salieron a flote, justamente la importancia de la fijación biológica de nitrógeno. Consideraciones importantes: los simbióticos, los asimbióticos, cual es el potencial de cada uno de ellos, por ejemplo en el caso de los asimbióticos se habla que son importantes tanto por su capacidad de fijación de nitrógeno, como por que ellos justamente producen otros factores de crecimiento que son importantísimos para la planta. Entonces, en ese momento nosotros podemos entender esta parte de la microbiología, de los microorganismos del suelo y de los factores que les permiten funcionar y no funcionar, entonces así podemos llevar adelante este programa de lo que es la agricultura orgánica.

**Dr. Roberto Forero:** Tenemos una pregunta que me han solicitado desde hace rato de un señor que viene de Bucaramanga.

**Dr. Ernesto Olave:** Como un aporte a la pregunta del microbiólogo de cómo iniciar un programa integrado: cuando hablamos de agricultura ecológica y agricultura orgánica, nos olvidamos en términos económicos de la agricultura sostenible. La sostenibilidad entendida como rentable y eficiente desde el punto de vista económico, además de cuidar el ecosistema. Hay un aporte que viene de las conclusiones del seminario de labranza de conservación hace 3 años, cuando vino el Dr. Crovetto de Chile y también está el proyecto que hizo el IICA de Cesar 95, sobre recuperación de suelos compactados en el cultivo del algodón. Entonces, es básicamente combinar. La Dra. Ana habló de la crotalaria. La crotalaria para las zonas tropicales, no solamente considerada como fuente de fijación de nitrógeno, sino también sus raíces como rompedoras, permitiendo internamente la expansión del suelo, porque no solamente el uso de los cinceles es suficiente para mover el suelo, sino el uso racional de especies como la crotalaria que en 45 días podríamos incorporarla entre cultivo y cultivo. Señalo así, que hay implementos fundamentales en la recuperación de los suelos: la desbrozadora como una fuente primaria de picado de socas, evita el rebrote y deja descomponer la soca sobre el suelo y el uso de cinceles y gradas rotativas para contrarrestar el proceso de compactación, además de la alternativa biológica como es el manejo de la crotalaria.

**Dra. Ana Primavesi:** La sustentabilidad debe ser económica, ecológica y social. Porque por ejemplo, si no es sustentable socialmente la agricultura no adelanta nada, absolutamente nada. Mucha gente dice: "Ahh, nosotros debemos hacer algún programa para los pobres, para los hambrientos...". No debemos

verlo así. Como “un programa” porque tenemos 820 millones de hambrientos en el mundo, es decir, casi de cada 7 personas, 1 es hambrienta. Estos pobres destruyen el medio ambiente a una velocidad increíble porque ellos deben procurar alguna cosa para llevar a su estómago, no tienen, no porque esté faltando alimento, es porque está faltando plata. Entonces, socialmente es absolutamente insustentable que usted haga una agricultura para la elite, la agricultura debe ser para todos. Esto como número 1 y número 2: hay que ver la interrelación entre suelo-planta-hombre. Recibí una vez un e-mail muy interesante donde me preguntaban si yo creía que la violencia humana tiene que ver con la decadencia del suelo. En un primer momento consideré un poco extraño este planteamiento... pero si usted lo piensa, suelo decadente, suelo enfermo, solo puede producir plantas enfermas, claro!, las plantas enfermas no van a brindar una buena alimentación para las personas, entonces la persona que come así, va a ser de alguna manera afectada, físicamente y espiritualmente. Hay un proverbio que dice: en un cuerpo sano mora un espíritu sano. Entonces si el cuerpo está mal nutrido, come bastante, está gordo pero no está biológicamente bien nutrido, este cuerpo, esta persona, es presa de la depresión, como los norteamericanos: de cada 4, normalmente 3 visitan al psicoanalista una vez por mes, el otro no va porque no tiene plata o no tiene nada. Pero yo pienso que hay una parte que cae en la violencia, entonces aquí la decadencia del suelo provoca también la violencia urbana. Entonces, creo que es deber de todos, y no solamente si yo siembro una leguminosa o si crío una bacteria..., no, es un conjunto lo que debemos ver, y en el conjunto si el componente social no está funcionando, todo el mundo se va a pique, ricos y pobres. Si los pobres destruyen nuestro planeta, los ricos tampoco van a vivir, no se salvan. Entonces, no es solamente por piedad de hacer alguna cosa para un pobre...no, es autoconservación. De modo que debemos enfocar no de manera compartimentada, sino como un conjunto. Si consideramos el conjunto, vamos a ver que muchas cosas necesitan soluciones diferentes. Dr. Roberto Forero: Bueno, con estas palabras tan poéticas y visionarias, casi es lo que estoy diciendo del libro de los 80s y que Fabio Bermúdez leyó el párrafo, para evitar que se siga viendo la tierra como se ha visto desde los satélites, los esperamos mañana a las 8 de la mañana.

## **SEGUNDO DÍA / Dra. Ana Primavesi:**

Bueno, hoy vamos a hablar de nuestros suelos tropicales. El suelo nativo es muy profundo, muy permeable, pero es muy pobre en minerales. Vemos que las plantas influyen de dos maneras sobre el suelo: primero por la raíz que extrae y que excreta y la hoja que reserva los minerales y el agua, que es extraída del suelo, la planta suministra sus hojas para protección del suelo y como alimento para la vida. En este sistema, como vimos ayer, si hay aireación no hay ninguna dificultad para que la planta se nutra bien. Un suelo protegido deja penetrar toda el agua, nada escurre. Por ejemplo en la Amazonía tenemos ríos y todos los puentes están 40 cms arriba del nivel del agua porque nunca se presenta inundaciones, pero si comenzara el desmonte alrededor, se afectaban todos los puentes, en pocos meses no habría ninguno. Entonces vemos que todo es un sistema, no hay una parte separada de otra. Si llegamos a plantar aquí, modificamos completamente este cuadro, el suelo queda desprotegido, se calienta, la lluvia barre la tierra desnuda, se presenta erosión, se forman las costras y el agua que destruye los agregados de la superficie, se tapan los poros formándose una capita dura de barro que no deja penetrar las raíces. Entonces el espacio de la raíz es muy restringido, mientras que acá el espacio es grande (lo señala). Entonces para esta planta el suelo no es pobre, mientras que para esta otra, el suelo si es pobre y entonces que es lo que hacemos: colocamos abono, riego, toda esa metodología que hoy día existe para remediar las deficiencias del suelo que nosotros provocamos, pero estas no recuperan el suelo y cada vez acudimos a otra tecnología. Esto es un engaño para los agricultores que nunca ganan, los que les venden son los que ganan plata. Bueno, aquí vemos pasto india, *Panicum maximun*, y quiero que vean la diferencia: vemos el pasto invadido por malva, que también le hace competencia. Al abrir el suelo se ve que el suelo está completamente compactado, la lluvia ayudó en esto. Entonces la malva no apareció porque quiso hacerle compañía al pasto, ella está queriendo mejorar el suelo, rompiendo las capas. Donde el pasto permaneció solo, usted ve que el

suelo está bueno, entonces el problema es que este pasto cuando está corto no protege el suelo. Aquí vemos una raíz de frijol que entró muy bien, más o menos 12 cm, después muestra dificultades pero cuando llovía, penetraba un poco más. Con estas dificultades tenemos que ver que hacemos. Solo el subsolador no resuelve, menos el arado, la recuperación debe ser orgánica. Por las raíces podemos saber si la planta está contenta o no, con la tecnología que estamos utilizando. Esto es muy importante, los agricultores deben preguntarle a sus plantas y no al técnico, porque la planta es la que sabe mejor que cualquier otro, lo que le gusta o lo que no le gusta, es que por la raíz podemos saber como es nuestro suelo. Esto hace parte de la tecnología tropicalizada, es que justamente lo que queremos es concientizar a todos que el suelo tropical es completamente diferente al suelo templado y un ecosistema tropical es completamente diferente a un ecosistema de clima templado. "Eco" en griego quiere decir hogar, entonces a cada hogar le corresponde un sistema, yo no puedo aplicar acá este sistema y transportarlo para otro lado en el trópico. Hoy en día todas las Facultades de Agronomía del Brasil tienen una cátedra de transferencia de tecnología, pero es una tristeza porque esta tecnología produce más estragos que mejoras. En clima templado trabajando con agricultura convencional todo va por receta, pero lo de aquí es con conceptos porque no tenemos una misma tecnología para todos los lugares, si decimos que necesitamos mucha vida diversificada en nuestros suelos, entonces ¿cómo lo vamos a hacer?, no puede ser algo imposible, debe ser algo al alcance del agricultor, más barato, más posible para ellos. La arcilla en clima templado es la esmectita, hoy se dice así, antiguamente se llamaba montmorillonita que es muy rica en sílice: cada fracción de arcilla tiene una capa de sílice, una de aluminio y otra de sílice, o sea, son dos de sílice. En cuanto a la arcilla caolinita del trópico, es muy rica en hierro y aluminio no tóxicos, solamente son tóxicos cuando están reducidos, sino están en forma reducida no son tóxicos. La caolinita es una arcilla muy intemperizada y como resultado tiene solamente una capa de hierro y aluminio y una de sílice, aquí la segunda capa de sílice no existe. Sin embargo en clima templado el suelo es muy "raso" y en clima tropical es profundo, igual sucede en los Andes donde hay metro y medio y hasta dos metros y medio. Otra diferencia es la concentración de nutrientes: en clima templado son elevados, en el trópico es muy bajo. En clima templado el 80% de los nutrientes están en el suelo, en el trópico ese 80% está en la biomasa. Esto significa que debemos reciclar esta biomasa y darle animación a esta vida. Si lo que hacemos es reducir esta biomasa cada vez más, por el uso del monocultivo o de los herbicidas, estamos sacando toda la productividad de los suelos, se agota su productividad porque depende de la biomasa. Esto es la base de nuestro sistema de trabajo. Otro aspecto es el de la agregación del suelo: en clima templado la agregación es por el calcio, en el trópico es por el hierro y el aluminio, entonces si nos ponemos a perseguir al hierro y al aluminio a ultranza, porque en estado reducido puede ser tóxico, podemos ocasionar la destrucción de la agregación del suelo y esto ha sucedido en Brasil y en todos los lugares donde se utiliza un encalado muy elevado para corregir el pH. También se presenta otro problema: el calcio en clima templado sirve como corrector del suelo, pero en el trópico el calcio es solamente nutriente vegetal, no es un correctivo, nuestros pH están entre 5.2 y 5.8, es el nivel óptimo, si tiene más ya es un desequilibrio. Respecto a los microorganismos, en clima templado tienen muy pocos, alrededor de 2 millones por gramo del suelo, por lo tanto hay pocos hongos y pueden tener un suelo activo hasta 30 cm, en otras palabras, pueden revolver su suelo hasta 30 cm sin causar costras superficiales. Esto no lo podemos hacer nosotros porque tenemos de 15 a 20 millones por gramo de suelo, muy activos hasta 15 cm por lo tanto hay muchos hongos que producen antibióticos y estos antibióticos que al ser lavados por la lluvia dentro del perfil del suelo, por debajo de los 15 cm hacen que la vida sea muy reducida porque el suelo es rico en antibióticos. Pero nuestros sistemas tropicales funcionan por el reciclaje rápido de materia orgánica, vivimos de eso. El humus por ejemplo en clima templado... la materia orgánica tiene una descomposición muy lenta, el humus se forma de la descomposición de esta materia orgánica, proceso que es enriquecido por el calcio ya que si no hay calcio, no hay formación de ácido húmico, por eso es que nosotros tenemos ácidos húmicos, porque normalmente el suelo es rico en calcio, formándose las huminas. Estas huminas en el trópico no se forman de cualquier manera, son sales de ácido húmico, sales que normalmente se forman con calcio y magnesio y este tipo de ácido húmico es

un gran enriquecedor del complejo de cambio del suelo, así el suelo se enriquece cada vez más. En el trópico la descomposición es muy rápida y sólo llega a ácido fúlvico que es un ácido húmico inicial que no consiguió su enriquecimiento con calcio y es fácilmente lavado del suelo, por eso tenemos ríos y quebradas negras, es justamente el ácido fúlvico lavado del suelo, y cuando es lavado este ácido arrastra consigo cationes, empobreciendo más el suelo, pero entonces ¿podemos pensar que este sistema está hecho así para incomodar?... no, porque este es el sistema que justamente nosotros necesitamos para producir aquí en el trópico. Acá el problema no es de muchos nutrientes, no tenemos el mismo sistema que en clima templado, y si la Naturaleza hace eso tiene toda la razón, porque así se disminuye la riqueza de cationes en la rizósfera. En clima templado para un mejor metabolismo de la planta, la temperatura es de 12 °C, pero para nosotros es de 25 °C, más del doble. En clima templado la insolación es débil, tengo un pariente que fue a Norteamérica a aprender inglés y me escribió: “aquí hay sol, pero hace luz... no hace calor”. Entonces aquí está el asunto, allá en el suelo no hay calor porque la insolación es muy débil, acá para nosotros la insolación es muy fuerte, especialmente para los que se acercan al Ecuador. En clima templado la evaporación del agua es por la vegetación, si un suelo está sin vegetación, no pierde agua porque no se calienta, lo máximo que el suelo se calienta es a 14 °C y el agua todavía no se evapora. Entonces se da el caso en regiones semiáridas, quienes labran el suelo lo dejan 1 año sin vegetación y sin ningún plantío, acumulándose la lluvia que entra. Al siguiente año plantan porque ahora el suelo tiene más agua y así salvan su cultivo. Acá en el trópico este sistema no funciona porque primero, si el suelo no está cubierto la lluvia enseguida forma una costra y el agua va a escurrir, y lo segundo, el suelo se está calentando de tal manera que se presenta una pérdida de agua más por evaporación del suelo que por transpiración de la vegetación. De modo que si yo planto cualquier cultivo, por ejemplo maíz, yo no combato más la maleza, porque el suelo protegido garantiza mucho más la conservación de agua que el suelo desnudo. Si es en frijol, donde se presentan malezas de porte rastrero, yo las dejo porque no son altas y no perjudican la cosecha, de modo que no hay necesidad de sacarlas. En clima templado las lluvias son generalmente débiles, el impacto de la lluvia es medio, pero aquí las lluvias son muy intensas. Allá la condición del suelo es limpio para captar calor, por eso ellos desmalezan, no solo porque así benefician el cultivo, sino porque temen que se pierda humedad y falte la luz que calienta el suelo. Nosotros no, por el contrario, nosotros tenemos que mantener nuestro suelo protegido, porque el calor es muy grande. En Brasil he llegado a medir hasta 74 °C, en Africa me contó un investigador que midió temperaturas de 63 °C, y además el impacto de la lluvia es muy violento. Por ejemplo en la Amazonía uno no encuentra un paraguas (se refiere a sombrillas), no se usan paraguas porque es tal la manera violenta de llover que en 2 minutos está todo roto, entonces simplemente no se usan. En clima templado la labranza es profunda porque como ya mencionamos la vida es muy débil, allá necesitan calentar el suelo, nosotros no... porque en el suelo tenemos una vida super animada y por el contrario, necesitamos que el suelo no se caliente más, por eso necesitamos cada vez más labranza mínima o cero, es decir, con siembra directa ya es suficiente para animar la vida. Por ejemplo, si usted hace cualquier labranza, 2 horas más tarde tiene una nube gruesa de gas carbónico sobre el suelo. Este gas “grueso” sube a la estratosfera y contribuye del mismo modo que los automóviles al efecto invernadero, así que la agricultura tropical contribuye violentamente a este efecto si se utiliza la labranza convencional del suelo. De otra parte, en la tecnología de clima templado se necesitan nutrientes, entonces se colocan fertilizantes químicos, cuanto mayor es la cantidad, tanto mejor es, pero en el trópico el problema no es ese, aquí no se puede tener mucha cantidad ya que se necesitan muy pocos nutrientes disueltos en la solución del suelo, lo que yo necesito es que las raíces tengan acceso, que tengan espacio para crecer. Como vemos la situación es completamente diferente y es un absurdo que utilicemos la tecnología para clima templado en los suelos tropicales, por eso no producimos bien. Un ejemplo es con el cultivo de maíz, es una planta mejicana, pero acá en América Latina, normalmente si yo tengo mucha suerte produce 6 ton/ha, en Europa prácticamente sin fertilizante químico, ellos producen de 12 a 15 ton/ha, ¿porqué?, porque utilizan la tecnología adecuada para ellos, pero acá la tecnología no es nuestra. Entonces el asunto es que si empezamos a utilizar agricultura orgánica, debemos empezar a utilizar nuestra

tecnología para producir eficientemente, y bueno, se necesita expresamente que en el suelo tropical haya agregados y para esta agregación necesito materia orgánica, donde esta materia orgánica no es alimento directo para la planta, porque en primer lugar ella alimenta la vida del suelo. Una vez hicimos una encuesta entre los investigadores de materia orgánica de varios países para saber su opinión sobre las funciones de la materia orgánica en el suelo, el 98% respondieron que la necesitamos para alimentar la vida del suelo, sólo el 2% respondió que para nutrir la planta. La materia orgánica nutre la planta después, cuando todo está descompuesto, lo más importante es justamente su acción como acondicionador de la parte física del suelo y no un alimento puro y simple para la planta. Es que las plantas no comen restos de otras plantas, no comen compost, las plantas comen los minerales al final de la descomposición, para ellas el compost no es alimento, debe estar bien descompuesto hasta obtener los minerales, agua y gas carbónico. A veces la planta es capaz de absorber un aminoácido muy simple, pero mayoritariamente ella necesita la descomposición total. Entonces lo que yo debo saber es que tipo de vida, que tipo de microbios, yo quiero nutrir, y como los microbios que yo preciso para la agregación del suelo son aeróbicos, la materia orgánica debe quedar en la capa aeróbica del suelo y por lo tanto, no se debe enterrar. Mucha gente entierra la materia orgánica argumentando que "la raíz debe penetrar y cuando lo haya hecho va a encontrar su abono". No, esto no es así, porque lo que está enterrado no es comida o alimento para las plantas, es un alimento para la vida del suelo y si entonces aparece así una flora bacteriana, porque los hongos no aparecen en la parte superior, se da una descomposición anaeróbica que es absolutamente perjudicial para las plantas que están en la superficie porque hay producción de gas metano, de gas sulfídrico y otras cosas así, de modo que la planta no se beneficia al enterrar la materia orgánica. Entonces hay que pensar para que sirve la materia orgánica, además que el suelo debe estar protegido contra el sol, del calentamiento y del impacto de la lluvia. Esta protección se puede llevar a cabo de diversas maneras: una persona hace mulch, otra persona hace un cultivo asociado, otra persona hace una siembra más densa plantando más cerca... en fin, cada uno hace lo más conveniente para su caso, porque no es que todo mundo tenga que hacer mulch... no, no es así. Por ejemplo si yo tengo una plantación de 20.000 hectáreas, ¿qué puedo hacer?, entonces se puede hacer una siembra densa para que el suelo esté más rápidamente protegido. Si es con caña y ya está un poco mayor, puedo dejar las malezas que no perjudiquen, porque depende si es una maleza que perjudica al cultivo, sino perjudica la cosecha, se puede dejar, la caña necesita un sistema radicular profundo y muy profuso. Otra manera es aprovechar el aumento del sistema radicular para los lados utilizando 2 variedades diferentes que tengan una absorción diferente, por ejemplo 2 variedades de maíz o de arroz o de frijol, así la raíz tiene el doble de espacio porque también puede entrar en el espacio radicular de sus vecinas. Si el enraizamiento tiene que ser bastante profundo, esto se puede ayudar un poco con boro, porque cuando la planta está abastecida con boro, más fácilmente la raíz alcanza profundidad. Por ejemplo tengo una pequeña compactación en la zona de trabajo, pero esta compactación no es mayor de 2 mm, ¿porqué la raíz no pasa estos 2 mm de compactación?, si por ejemplo vemos que una raíz nativa consigue romper concreto, romper piedras, derribar muros... entonces, ¿que es lo que pasa?. La raíz en principio es muy fuerte, pero en las plantaciones de cultivos de variedades importadas, especialmente hortalizas, que se importan de Holanda o de América del Norte, las plantas están completamente fuera de su medio y por lo tanto, la raíz es muy débil, la capita que hablábamos se puede romper simplemente con una raíz más fuerte del cultivo y se coloca un poco de boro también en el suelo, puede ser 3 o 4 kg/ha de ácido bórico que es suficiente para romper esta capita. Pero si coloco boro sobre el suelo, tengo que avisar a la raíz de mi intención, porque si solamente coloco el boro y no aviso a la raíz, las semillas de la planta que crecieron en un suelo deficiente en boro y formaban una raíz menor, van a absorber el boro pero no lo van a utilizar... ahí está el grave problema, porque se puede decir: "los micronutrientes en el suelo tropical no hacen ningún efecto o muy raramente", ¿porqué?, porque esto depende de si el suelo tiene un poco de boro o cuando menos en la semilla. Pero si no hay semilla, sino hay un suelo apto para la germinación, la planta no va a utilizar los micronutrientes, los va a absorber. Si se hace un análisis químico de la hoja, se verá un nivel muy elevado de boro, de molibdeno, de cada micronutriente, pero

la planta no los utiliza, ella continua mostrando la deficiencia del nutriente y es impresionante cuando falta molibdeno, se aprecia que las hojas prácticamente no tienen limbo, son muy, muy estrechas, tienen la vena principal y un poco de limbo a los lados, pero la hoja prácticamente no se desarrolla. Para este caso, si usted fertiliza con molibdeno, aplicación foliar, aplicación al suelo, no adelanta nada, todas las hojas van naciendo de la misma manera, muy estrechas. Pero si hace análisis, la planta está rica en molibdeno, entonces ¿porqué no hace efecto?, porque la planta es como un computador, permanentemente cuando ella termina la absorción mecánica del agua, empieza la absorción fisiológica. En este momento se hace el análisis para saber que hay en el agua y que no hay, que va a encontrar en el suelo y que no va a encontrar, y la planta durante su vida intenta formar semilla y así reproducirse, pero esta reproducción no es posible si para ella es imprescindible un elemento que no está en el suelo. Aquí entonces hace un “programa alternativo” para poder de todas maneras formar alguna semilla, este programa alternativo entra cuando se pasa de la absorción de agua mecánica a la absorción fisiológica, es decir cuando la planta comienza a trabajar, es en este momento cuando la planta debe saber si va a haber este elemento en el suelo, si no, no hace “programa” para el elemento. Entonces si pretende dar boro, molibdeno o zinc para la planta, debe “avisar” a la semilla, el aviso a la semilla es el siguiente: se pulveriza la semilla con una solución de 3 gramos de boro en 3 litros de agua, equivale a una proporción de 0.003%, para molibdeno es de 0.001%, en el caso de arroz que la cáscara de la semilla es más firme se puede usar cobre hasta el 1% como sulfato de cobre... pero la planta debe ser avisada, sino avisa entonces no vaya a utilizar lo que encuentre en el suelo, pero si le avisa a la planta y le dice: “mira, te voy a colocar boro”, pero después olvida su promesa, la cosecha se cae, porque la planta tiene en su programa ese elemento y usted falla en su compromiso. Pero el desarrollo del sistema radicular no solamente depende de la adición de boro, también de la protección contra el viento. El viento se lleva el 70% de la humedad del suelo y con esta situación, debemos poner esa cantidad a disposición de la planta, cuanto menos viento tanto mejor. A las personas les gusta el viento porque seca el sudor, pero a la planta no le gusta. En agroecología el enfoque es holístico, trabaja con sistemas y con ciclos, no trabaja con factores. Un ejemplo: falta fósforo, entonces aplicamos fósforo... no, no es así, debemos ver porqué falta el fósforo, si es un suelo muy compactado, el fósforo simplemente desaparece y el aluminio aparece. Podemos hacer el experimento de tomar una muestra de suelo agregado y hacerle análisis, luego lo golpeamos para compactarlo y hacemos otro análisis, el resultado es completamente diferente.

En EMBRAPA (Instituto Brasileño de Investigaciones Agropecuarias) en Río de Janeiro se hizo un encalado muy elevado para neutralizar la toxicidad del manganeso, pero después encontraron que el manganeso es tóxico solamente en suelos anaerobios, si se colocaba materia orgánica en el suelo se formaban agregados y la toxicidad del manganeso desaparecía como por encanto. Entonces vemos que el asunto no es aplicar la cal... no, es ver porqué hay toxicidad del manganeso, porque normalmente el manganeso no es tóxico. Es tóxico cuando el suelo está en condiciones anaeróbicas. Entonces en la agroecología se emiten conceptos, es holístico, no combate síntomas, evalúa las causas y por eso debemos saber como funciona un ciclo. Para el agregamiento del suelo podemos utilizar tamo, rastrojo, abono verde, compost, raíces muy fuertes... especialmente las de algunos pastos tienen un poder muy grande de agregar el suelo. Entonces no se limita la imaginación del agricultor, porque utiliza lo que más se encuentre en su entorno. No hay que obligarlo a tomar una medida determinada, él implementa la medida de la cual dispone con facilidad. Si él va a proteger su suelo, esto lo puede hacer con mulch, con siembra directa, con cultivos asociados, con lonas, puede ser de cualquier manera. Se trata de ampliar el sistema radicular, de proteger contra el viento y de mantener la salud de las plantas con una alimentación completa. Es el sistema de trofobiosis que vamos a ver después como funciona. Y finalmente la biodiversidad, porque en agricultura tenemos un sistema natural muy simplificado, pero la simplificación no puede llegar al monocultivo. La simplificación debe ser con biodiversidad a través de la rotación de cultivos, especialmente donde se usa la siembra directa, esta rotación es muy importante, porque de lo contrario vamos a tener un surtidor de enfermedades y de plagas, que no estaban cuando se sembraba convencionalmente, porque la

excreción radicular siempre es la misma y el tamo siempre es el mismo, entonces lo que hacemos es "cultivar" algunas especies de microbios y de insectos, los otros mueren de hambre. Entonces se cumple aquello de suelo sano-planta sana-hombre sano, por eso se habla de madre tierra, porque ella nos da justamente los minerales que nosotros necesitamos para nuestra salud, la planta transforma estos minerales en sustancias orgánicas que comemos. Por lo tanto, nuestra salud, tanto del cuerpo como del espíritu, depende del suelo, de ahí que le demos tanta importancia al suelo. Si el hombre es sano, es más pacífico que el hombre que está con el espíritu en dificultades. El espíritu del hombre no funciona cuando hay alteración de los nervios porque no hay protección en ellos, son los fosforados los que disuelven la protección de los nervios, de cualquier manera el hombre se enferma cuando el suelo está decadente.

### **Sobre algunos equívocos en Agricultura Orgánica.**

La agricultura orgánica no quiere agrotóxicos... muy bueno, pero no es suficiente, resuelve poco, porque hay agrotóxicos que vienen con la lluvia, si plantamos 2 o 3 hectáreas con orgánico y todos los vecinos plantan con químicos, pues la lluvia está llena de agrotóxicos. Bueno... en qué equívocos puede caer la agricultura orgánica, por ejemplo en emitir recetas, en el enfoque factorial o sea, ver un factor de producción desde un único enfoque, por ejemplo si miramos una silla por la parte de atrás tenemos una idea de cómo es, si la vemos por delante tenemos otra idea, si la vemos de lado es estrecha, entonces cada uno va a tener su enfoque de la misma silla... es lo que justamente es el enfoque factorial, muy restrictivo, no funciona, lo que debemos ver es el enfoque general. Otro error es utilizar defensivos orgánicos como hábito y no solamente como excepción, no comprenden que el suelo ya está decadente, entonces semana tras semana aplican estos caldos, si hago esto así ya no es una agricultura orgánica, es como una agricultura convencional pero menos tóxica, podemos así obtener productos orgánicos llenos de agrotóxicos. Otro asunto es producir orgánicamente para el comercio exterior, así no ayudo a ningún agricultor, estoy completamente en contra de este sistema, porque nuestros agricultores tiene que producir en primer lugar para sus hermanos del mismo país, ¿qué estoy haciendo si la gente de los países ricos van a comer un alimento mejor, y los nuestros van a comer alimentos muy intoxicados? Otro caso es cuando utilizamos compost simplemente como nutriente y no como acondicionador del suelo y mantengo el suelo desprotegido porque todo el mundo hace lo mismo. Entonces debemos ver como protegemos el suelo: puede ser una siembra más densa, y no creer que romper compactaciones es agregar, pensando que los terrones chicos son agregados, esto es absurdo. Vi una tesis de doctorado que hablaba de agregados de 12 mm... no existen, el mayor agregado que existe en la Naturaleza es de 4 mm, que es hecho por las lombrices, pero mayor que esto no existe, si tenemos agregados de 12 mm estos son terroncitos, no agregados, esto lo podemos diferenciar fácilmente porque el terroncito siempre tiene fases rectas y ángulos agudos y en los agregados no hay fases rectas, son siempre curvas, tampoco hay ángulos y además no son estables al agua: si se colocan sobre un colador y se riegan con agua, se deshacen, por lo tanto, romper una capa dura no es agregar. Tampoco podemos creer que un buen compost es el que proviene de los restos de ciudad... no, no lo es, como tampoco utilizar variedades de otro país... esto es un gran problema, normalmente se importan semillas de Holanda o de América del Norte o de Italia muy buenas para los suelos de ellos, nuestros suelos son de otro tipo, de otro clima y si para estas semillas usamos nuestro compost nunca va a ser adecuado o raramente, la planta se enferma a pesar del compost, ante esto usted dirá: "el compost no vale nada", no, no es que no valga, es que el compost es de un ecosistema y la semilla es de otro ecosistema que no combinan, allá el suelo es más rico en calcio y en fósforo, entonces, ¿qué ocurre?. Al venir acá estas semillas, el agricultor necesita añadir calcio y fósforo al suelo porque con el compost no es suficiente y por otro lado, nosotros tenemos más micronutrientes libres en el compost, que en clima templado los tienen porque el suelo es más neutro. Esto es un gran problema porque considero que si nosotros queremos hacer agricultura orgánica, debemos tener variedades adaptadas a nuestro clima y no variedades importadas de otros países, es bueno

importarlas una vez para después adaptarlas. Ahora, la adaptación funciona con verdaderas variedades, no funciona con híbridos, ni con plantas genéticamente transformadas. Entonces esto tenemos que hacerlo rápidamente, porque más tarde ya no habrán posibilidades, porque las variedades ya serán híbridos o genéticamente transformadas y ya no habrá posibilidad de adaptación. Tampoco podemos creer que todo el nitrógeno viene del compost, esto es un error, porque entonces no se mejora el suelo para tener plantas sanas. En Australia ante una enfermedad en los cultivos o una plaga que invade, primero ellos se preguntan ¿porqué?, ¿qué se ha hecho que esté equivocado?, ¿qué no está bien?, entonces buscan saber que es o que es lo que tiene el suelo para que se produzcan plantas enfermas. Porque debemos tener claro una cosa: la planta se enferma antes de ser atacada por el parásito, y aún si uno elimina el parásito, ella continúa enferma, no se sana, entonces el problema es creer que si ya no hay más parásito, la planta está bien. El producto que ella va a elaborar es biológicamente inferior. Aquí vemos unas hojas de poroto (frijol), este de aquí es un frijol que fue tratado con agrotóxico y su aura está muy perturbada. Este de aquí es un frijol tratado con compost y EM (microorganismos especiales) y su aura está completamente normal, podemos ver como es la hoja en la Naturaleza, su valor biológico es máximo. Esta de aquí fue tratada únicamente con materia orgánica, la planta no está enferma como esta de acá, pero no está buena, algo le falta, porque nuestras variedades son de afuera y no combinan con nuestros suelos y con la materia orgánica que nosotros les podemos suministrar, entonces no podemos pensar que por tener materia orgánica la planta ya está sana, porque puede que todavía no encuentre todo lo que necesita. Otro asunto que considero un error en agricultura orgánica, es vivir solamente con las normas y no para la ecología, hay mucha influencia con las normas que da Europa, utilizando recetas y no conceptos. En todo esto se receta, por ejemplo la manera de hacer compost de cualquier manera, no es que esté en contra del compost, estoy contra la idea que solamente con compost se hace agricultura orgánica, porque en agricultura orgánica debemos animar la vida diversificada. Entonces, el cómo usted anima esta vida diversificada es un asunto serio, cada uno lo hace de la manera que sea más conveniente. No es que usted deba de cualquier manera usar compost, porque es continuar con el enfoque analítico, factorial, analizando factor por factor, es cuando utilizan el compost como NPK, un NPK orgánico y no como un alimento para la vida y acondicionador de la estructura del suelo, que es lo correcto. Una vez un agricultor chileno me dijo: “no consigo un producto de exportación porque con 40 toneladas de compost, adiciono solamente la mitad de NPK que coloca mi vecino en su finca”, es una visión completamente distorsionada porque el compost no sirve como NPK orgánico y además continúan con un suelo expuesto al sol y a la lluvia y rompen las compactaciones con máquinas y creen que este rompimiento de terrones es suficiente para mejorar un suelo duro y compactado... no, no lo es porque con una máquina se puede romper y se puede pulverizar el suelo, pero no agregar. La agregación es un proceso biológico y no mecánico, entonces si hoy rompe una capa dura en el suelo, máximo en 3 semanas está acabado, porque usted no mejoró nada, más bien empeoró. No podemos aceptar que el compost sea un negocio de fincas convencionales y la basura orgánica de la ciudad es un residuo orgánico, porque es químico desde el punto de vista orgánico, es más tóxico que el que viene de la agricultura convencional. Por ejemplo, hoy en día en Alemania, se acepta el 20% de compost de material proveniente de fincas convencionales, el resto no. También hay que ver que no todo el nitrógeno viene del compost y de la fijación por Rhizobium y por las leguminosas, hay mucha fijación tanto en la rizósfera como en las hojas, de modo que una planta sana no tiene problemas de nitrógeno. El problema ocurre cuando la planta está enferma, la solución no es usar defensivos orgánicos, caldos contra la maleza, caldo de tabaco, EM4 y lo usan ordinariamente cada semana, sin considerar que puede ser tóxico. Esto así es absurdo, porque en la agricultura orgánica también pueden haber plantas enfermas. Es la misma cosa que si usted por ejemplo cada mañana en el desayuno utiliza un antibiótico, no... no debe hacer eso. Entonces podemos ver que el uso de agrotóxicos muestra una agricultura orgánica equivocada, no es correcta. En mis viajes he constatado que muchos agricultores orgánicos tienen el suelo en pésimo estado y claro, en este tipo de suelos las plantas se enferman y por lo tanto, van a necesitar justamente de la aplicación de agrotóxicos y caldos,

semana tras semana. Si la agricultura orgánica funciona de esta manera, no es mejor que la agricultura convencional, es peor. De igual forma, la ganancia del agricultor no debe ser por un mejor precio sino por una mejor producción, sobre esto, conozco un agricultor orgánico que acompaña sus bandejas de productos orgánicos con un panfleto que dice algo así como: “el producto orgánico es menor, más feo, menos sabroso, pero no tiene veneno”, producir estos productos es una aberración. Sin embargo, hoy en día produce un producto orgánico maravilloso, sin panfleto, todos admiran sus productos y él gana porque cosecha más, no tiene enfermedades, ni insectos y todo porque salvó su suelo, esto es lo importante, es la base de la agricultura orgánica. Creer que la agricultura orgánica es más cara, laboriosa, menos productiva y todo por el estilo, hace mucho daño porque esto no es agricultura orgánica, es una aberración.

**Andrés Torres, traductor:** Doctora, los asistentes están pidiendo que aclare un poco este concepto.

**Dra. Ana Primavesi:** ¿El concepto o la fotografía?, bueno, la fotografía son las emanaciones magnéticas de la hoja, la fotografía se toma en completa oscuridad, sin nada de luz, se abre un campo eléctrico de 11 micrones debajo de la película, entonces contra este campo eléctrico muy fuerte aparece el campo magnético de la planta, todos los colores que aparecen son de la propia aura magnética de la planta. El concepto es el siguiente: supongamos que tenemos una planta deficiente en molibdeno y por lo tanto es atacada por un gusano, si matamos este gusano no hemos resuelto la deficiencia, esta continúa, la planta todavía esta enferma. Si acabamos el ataque del gusano con una mariquita o si lo mato con un insecticida, da lo mismo, no estamos contribuyendo con la salud de la planta y del suelo. Se puede cosechar, claro, pero la planta continúa siendo deficiente, y esto significa que no va a formar las sustancias químicas que necesitamos para nuestra alimentación y por lo tanto, su valor biológico es bajo.

### **Sobre los abonos verdes, los cultivos asociados y la adaptabilidad de las especies nativas.**

Bueno aquí vemos un trabajo que hicimos con abono verde, quiero hablarles de lo que podemos conseguir como abono verde, porque es una manera de colocar materia orgánica en el suelo, sólo que esta normalmente es de rápida descomposición, no va a mejorar mucho la agregación, a no ser por el sistema radicular. Además hay que considerar que si uno siempre aplica abono verde, nunca tamo, el suelo va a tener un pH muy bajo. Así que lo que puedo hacer es aumentar las especies de una rotación, claro, por ejemplo al hacer una rotación, después abono con soya, maíz, esto es un abono verde con 4 o 5 especies diferentes, prácticamente lo que tengo es una rotación que aumenta la biodiversidad en el campo. También el abono verde puede ser utilizado como cobertura del suelo entre 2 cultivos, cosecho uno y todavía no es la época de plantar el otro cultivo y uso la cobertura del abono verde, un ejemplo: avena-lupino-trigo sarraceno, etc., teniendo en cuenta que el lupino es solamente para regiones más bien frías, para regiones calientes es una buena opción como abono verde la crotalaria. También se pueden hacer asociaciones, una muy conocida es maíz-poroto, también está el algodón-caupí, *Vigna* sp., dejando éste como abono verde, o puedo tener café con dolichos (frijol jacinto) o con maní, *Arachis pintoi*, en esto, cada uno puede hacer cosas distintas. También puede ser para fijar nitrógeno, pero como les decía ayer, de todas las leguminosas, solamente el 8.7% fijan nitrógeno por rizobios, el resto no fijan nada. Hay también actinomicetes que fijan, hay también por las hojas (endófitos), entonces no son solamente las leguminosas. También puedo movilizar el fósforo y el calcio, acudo a plantas ricas en estos minerales como el chícharo, altramuz, sarraceno, lo hago a través de ellas. Puedo proveer el suelo con potasio, por ejemplo utilizando higuera o pasto elefante, este pasto tiene tanto potasio que a veces al utilizarlo se provoca la deficiencia de magnesio, por lo tanto, hay que añadir un poco de magnesio porque el potasio es demasiado. También con las raíces de las leguminosas puedo romper las capas duras en el suelo, por ejemplo con guandul, mejoro su estructura con crotalaria o con dolichos, las leguminosas me sirven también para combatir nemátodos, casi cada leguminosa combate un tipo distinto de nemátodo, aunque también hay leguminosas que no combaten a los nemátodos, sino que los crían. Hay algo importante: no se puede plantar la misma

leguminosa año tras año, porque en el primer año combate pero en el 2 o 3 año cría sus nemátodos, así que nos ganamos un problema.

Al hacer cultivos asociados tenemos que conocer el comportamiento de cada especie, puedo hacer un cultivo asociado entre maíz y mucuna (es la misma vitabosa) *Mucuna deeringianum*, pero sembrando esta leguminosa bastante después, porque sino se enreda excesivamente en el maíz. Muchas asociaciones puedo hacer: avena-vicia en clima frío, café-dolichos, cacao-eritrina, naranja-mucuna y con palma, pero siempre y cuando, controle el proceso. Así que hay muchas posibilidades, por eso yo no doy recetas, cada uno hace lo que es más conveniente en su finca. Pero siempre lo que debo saber es que tengo que tener mayor diversidad en el suelo, porque la biodiversidad arriba del suelo, va a ser la biodiversidad abajo del suelo, no es por la raíz que me refiero, es por la microvida. Hay que tener en cuenta lo siguiente: la microvida del suelo contiene unas enzimas que funcionan restringidas a ciertas estructuras químicas, así que cada planta, cada hoja, tiene sus microorganismos que la descomponen, no es que todas las bacterias y todos los animalitos ahora van a descomponer todas las hojas, cada tipo de hoja tiene su tipo de microbios. Vi una fotografía muy interesante en este sentido, correspondía a un gusano que comía arroz, pero no encontró el arroz que necesitaba, el que había en el campo no ofrecía el sustrato que el gusano podía digerir, ¿qué sucedió?, tenía tanta hambre que se comió la primera planta que encontró en el camino, se le colocó ácido láctico que hace transparente los tejidos permitiendo ver su intestino y se podía apreciar de la cabeza a la punta que todo el intestino estaba lleno de pedazos de hoja que había comido y que no consiguió digerir, finalmente el gusano murió de indigestión. De manera que no es que cada animalito, coma lo que encuentre en el camino, porque las enzimas los “programan” para determinado alimento, determinadas hojas. Así que cuanto más biodiversidad haya arriba del suelo, más habrá abajo del suelo, y esto anima la vida de las plantas. Así que cuanto más microbios haya, tanto más nutrientes van a ser disponibles, y tanto mejor se desarrollará a planta. Bueno en estos análisis, vemos el análisis foliar, estos de acá son rizobios del suelo y estos de la hoja, vemos que el suelo es super pobre y podemos pensar que en un suelo pobre vamos a tener una planta pobre. Sin embargo, se hizo el análisis de un árbol nativo llamado “ubucero” allí presente, y la cantidad de nutrientes en las hojas, con excepción del calcio y del potasio, era siempre normal, inclusive hasta más que lo normal. Así que si la planta está adaptada a un ambiente, consigue movilizar y absorber lo que necesita, por lo tanto, no importa que el suelo sea pobre o rico, lo importante es que la planta está adaptada. Por eso antiguamente, por ejemplo en la China había 14.000 variedades de soya, en toda Asia había 80.000 variedades de arroz, solamente en Malasia había 10.000 variedades, hoy en día hay 8, los norteamericanos acabaron con todas. A propósito, el gobierno de Filipinas primero estaba muy entusiasmado con las semillas híbridas, que son más productivas, se empezaron a dar cuenta que producían más pero costaban más, hasta que los agricultores iban poco a poco a la quiebra, así que el Ministerio de Agricultura inició una campaña para recuperar las variedades antiguas, de 10.000 recuperaron 36, el resto se habían perdido. Esto lo podemos considerar una catástrofe mundial que la Revolución Verde ha provocado, y que está aumentando con los transgénicos, entonces podemos concluir que en un suelo pobre una planta que está adaptada no se inmuta, ella encuentra lo que necesita, tiene la capacidad de extracción, pero hoy en día la planta no tiene esta capacidad. Bueno acá vemos la infiltración del agua, este es otro motivo para la rotación de cultivos, porque en cada cultivo la infiltración es diferente, por ejemplo en el trigo es menor que en la canola que es una planta con la que se hace aceite en Europa y también el lupino favorece una infiltración mayor que la del trigo y la vicia mucho más que todas las otras, entonces podemos ver que la penetración del agua también depende del cultivo y de la cobertura del suelo. Cuanto mejor sea esta última y cuanto mejor sea el sistema radicular, tanto más permeable se torna el suelo, en ciertas regiones del Brasil, septiembre es el inicio de las lluvias mientras que abril marca el inicio de la sequía, entonces si manejamos los rastrojos, no se depende del declive del suelo ni de la lluvia, se depende de la agregación del suelo. Aquí podemos ver como el declive era muy fuerte, del 12% y la lluvia no es poca, es de 1500 mm y vemos que cuando se quema el tamo, la pérdida de suelo es de 20 ton/ha, si el tamo se entierra, se pierden 13 ton/ha de suelo, pero si el tamo se maneja como

cobertura, sólo se pierden 6 ton/ha, es decir, el 30% de lo que se pierde cuando se quema el suelo. De modo que hay manera de manejar el rastrojo y evitar el escurrimiento del agua. Cuanta más agua se pierde, tanta mayor sequía va a sentir el cultivo. Ahora, sobre el tema de las malezas traje pocas cosas porque no sé que malezas tienen acá, pero si sabemos que cada maleza indica una cosa, entonces observando pueden hacer sus propios criterios y descubrir porqué cada maleza –hablo de maleza solamente como planta nativa- crece solamente para regular lo que nosotros desregulamos con nuestra agricultura, porque ella tiende a sanar lo que nosotros destruimos y es que cada maleza indica muy específicamente alguna cosa. Por ejemplo si tenemos lengua de vaca, *Rumex crispus*, indica un exceso de nitrógeno y una deficiencia de cobre, pero no se trata de nitrógeno químico, sino orgánico, las diferencias indicadas son muy exactas: si yo uso nitrógeno orgánico, en ese estiércol aparece lengua de vaca y está faltando cobre, pero si uso fertilizante químico aparece otra planta, la lengua de vaca no la indica. Otro ejemplo: el nabo forrajero, *Raphanus raphanistrum*, indica la deficiencia de boro y en alguna ocasión vi un campo de trigo que estaba invadido por un tipo de nabo, no del tipo forrajero sino de uno que es nativo, y al agricultor le decían: “usted plantó una semilla que es maleza”, él respondía que la había comprado en la Secretaria de Agricultura y no le creían, el problema es que si el suelo es deficiente en boro o en manganeso, este nabo aparece solito, porque la semilla se puede conservar en el suelo por 30 o 35 años sin que nazca, pero si se presenta la condición favorable para que ella aparezca, lo hace. Entonces si abonamos con boro o manganeso, desaparece así como apareció, porque está indicando justamente esta deficiencia. Ahora si tenemos una planta llamada “cola de zorro”, *Andropogon bicornis*, ella nos está indicando la presencia de una capita impermeable a una profundidad de 30 cm que va estancando el agua, al punto que en época de lluvias el suelo se vuelve pantanoso y todo el mundo dice que cola de zorro es de suelo ácido, muy bien, pero si se rompe esta capita con las raíces de guandul, la cola de zorro desaparece, entonces no es que sea una planta de suelo ácido sino más bien de las condiciones tan específicas de este suelo. También está el caso de la “lecherita”, *Euphorbia heterophila*, en el cultivo de soya, ella, específicamente en cultivos de siembra directa aparece mucho indicando deficiencia de molibdeno. Si se utiliza la variedad de soya “roundup ready” que es transgénica (resistente al herbicida Roundup), se puede acabar con la lecherita, pero no hay un suministro de molibdeno, que cada vez va a faltar más y más, hasta que simplemente la soya no puede volver a crecer, porque el molibdeno aumenta la cantidad de vainas y la cantidad de granos dentro de las vainas, así que la cosecha disminuye si falta molibdeno, entonces sembrar variedad “roundup ready” no soluciona el problema, sino que más bien lo esconde, porque no hay suministro de molibdeno. Otro ejemplo: cuando hay mucha amapola en el cultivo de trigo, conocí este caso en Chile, hasta el Ministerio de Agricultura estaba muy agitado, aducían que el Canadá lo había hecho a propósito para perjudicar la producción triguera de Chile, el problema no es ese, sino que allá los suelos son muy ricos en calcio y el trigo no consigue procesar todo este calcio, entonces la Naturaleza echa mano de la amapola que si lo elimina, luego esta planta desaparece cuando ya no tiene más razón de ser. También tenemos esta planta llamada “cerda de chancho” que crece en climas tropicales cuando hay quemadas muy frecuentes, o el caso de la alfalfa invadiendo el pasto, que nos está indicando deficiencia de potasio, otra planta que nos indica presencia de capitas duras es la malva. Entonces, cada planta indica una cosa. Este análisis lo podemos llevar a las plagas, cada plaga solo ataca una planta si hay alguna deficiencia, ¿porqué?, porque la deficiencia impide que una determinada enzima cumpla su respectiva reacción en la planta, así que lo que produce es un producto semifabricado circulando por la planta, sin que llegue a su estado final, y este producto emana un olor que atrae a la plaga, es por eso que la hormiga cortadora no ataca una planta con adecuado nivel de molibdeno, solamente lo hace cuando falta este mineral, ¿porqué?, es porque sin molibdeno la planta no tiene enzimas para formar proteínas, si la proteína se forma, la hormiga no se la come más. Con las hormigas también vemos como con ciertas plantas duras, les cuesta mucho cortar, entonces cogen las hojas caídas en el suelo y se van, eso es porque detectan que allí en la planta, hay proteína y los hongos de los nidos de las hormigas, no consiguen vivir en un sustrato proteico, porque sus enzimas son solo para aminoácidos, por lo tanto no la cortan, solo lo hacen cuando falta proteína. La

Pseudomona como lo mencioné ayer en el cultivo de tabaco, hace presencia por deficiencia de potasio, porque normalmente la pseudomona es una bacteria que vive en la rizósfera de esta planta y hasta contribuye en la fijación de nitrógeno, pero si falta potasio, ataca la hoja y acaba con el cultivo. En el caso del cogollero del maíz, *Spodoptera spp.*, es por deficiencia de boro. Y el tierrero en maíz y frijol, que mata las plántulas, entra en el suelo y hace el daño, hasta en un 20% del cultivo, pero si se pulveriza la semilla con una solución de sulfato de zinc en un rango de 0.03 a 0.1%, no pasa nada. Hay unos pequeños escarabajos, que los llamamos “tucuras”, que se alimentan de las hojas de las plantas, entonces siempre que la hoja esté comida por ellos, podemos tener la certeza que el suelo está muy compactado, porque este bichito solamente ataca cuando las plantas presentan una respiración fermentativa, porque en condiciones normales la planta tiene una respiración oxidativa, en un suelo aeróbico la planta forma 720 calorías por cada molécula de glucosa, pero si el suelo es anaeróbico, porque está muy compactado, forma solamente 20 calorías por cada molécula, produciendo alcohol especialmente en la raíz. Ahí fácilmente podemos hacer un análisis en placa verde con colorante, para ver qué excreta la raíz. En este caso cuando la raíz excreta alcohol, allá arriba están las tucuras comiéndose las hojas. Otro caso más conocido es la roya del trigo que se presenta por deficiencia de boro y de cobre, sobre esto les voy a contar dos situaciones. Una, hice un trabajo sobre cobre en trigo y constatamos que si falta cobre, aunque no sea visible, se presenta una disminución de la cosecha y si la deficiencia es mayor, entonces aparece la roya. La opinión que recibí de una estación experimental en Holanda, es que debía estar equivocada, porque allá nunca lograron constatar la deficiencia de cobre en sus trigales, les contesté que colocaran solamente 2.5 kilos de sulfato de cobre por hectárea y si no sucede nada, bueno, pues estoy equivocada, lo hicieron y cosecharon exactamente el doble de lo que venían obteniendo, esto quiere decir que la deficiencia estaba latente, no era todavía suficiente para causar la roya, pero si afectaba sensiblemente la cosecha. También en Sao Paulo sembramos trigo en una región en donde los funcionarios del Gobierno nos habían advertido sobre la presencia de 12 variedades de roya que atacaban al trigo, bueno, mi opinión fue que las royas obedecen a deficiencias en cobre y en boro, así que vamos a colocarlos para ver que pasa, pues el trigo se dio completamente limpio a pesar de las 12 variedades de roya en la región. Entonces podemos ver que las malezas, las plagas y las enfermedades que aparecen en las plantas, nos están indicando alguna cosa, por lo tanto, en agricultura ecológica no tratamos de matar lo que aparece como maleza, insecto u hongo, sino que buscamos sanar las causas, es mucho más interesante y menos estresante. Y aquí está la mayor crítica a los cultivos transgénicos, porque con estas plantas modificadas se controlan las malezas y las plagas, claro, pero no se corrigen los problemas, estos continúan. En Norteamérica, donde llevan plantando transgénicos 15 años, con datos de 1999 porque no tenemos datos del 2000, ya estaban usando un 24% menos de variedades BT, *Bacillus thuringiensis*, porque ya no estaban protegiendo más las plantas de las plagas. Entonces podemos ver que en la agricultura orgánica nosotros tratamos de añadir estos elementos para proteger las plantas.

### **Sobre la materia orgánica.**

Aquí vemos el ciclo de la materia orgánica, es producida por la fotosíntesis, a partir de luz, agua y gas carbónico que vienen del sol, se producen las hojas que nutren a los microorganismos, hongos, bacterias, y estos movilizan nutrientes que la planta va a absorber nuevamente, vemos entonces la interrelación muy íntima entre la planta y el suelo. ¿Y que sucede al interior de la materia orgánica?, bueno es un asunto bien interesante. El primer estado siempre es atracción electroquímica, está la arcilla y el humus, que es ácido y atrae cationes que son fijados de manera suficientemente fuerte para que no sean atraídos por otra arcilla, así se forman los agregados primarios, entonces en cuanto más valencias tiene un catión, mayor es la atracción. Estos agregados primarios son muy pequeños y no son estables al agua, si toman agregados del subsuelo y los ponen en la superficie, la primera lluvia los destruye, por lo tanto, ellos tienen que ser mejorados por la agregación biológica de las bacterias, que como ya había comentado, producen una “jalea” bacteriana que principalmente es ácido poliurónico

que cumple la función de pegar los agregados primarios formando agregados secundarios y entonces aquí viene la estabilización por las hifas de los hongos, que se vuelven locos por comerse esta jalea, así que amarran estos agregados con sus hifas, como un paquete. Pero esto no es un amarre estable, sino lo suficiente para consumir la jalea, cuando terminan con esta jalea, retiran la vida de las hifas y la primera gota de lluvia destruye el agregado. Estos agregados que no son permanentes, duran entre 8 a 10 semanas y después se deshacen, por eso una vez que se realiza la siembra necesitamos como mínimo 8 semanas de protección para el suelo, por otro lado, estos agregados forman los poros en los cuales entran la lluvia y el aire que son muy importantes para el metabolismo de la planta, claro que la lluvia no solamente se necesita para la planta, sino también para los ríos y quebradas y todo el sistema de agua dulce del planeta. Así que cuando no hay hongos, no hay poros y no hay ríos con agua, el agua termina perdiéndose. Actualmente tenemos mucho más hongos que antiguamente porque la temperatura es más elevada, ha aumentado entre 1.5 y 3%, entonces el problema es precisamente hacer que las lluvias se infiltren en el suelo, porque cada vez tenemos ríos con agua, no porque esta se esté secando sino porque no está infiltrando hasta la capa freática del suelo o hasta los acuíferos más inferiores. Así que nuestra obligación a través de la agricultura está en nutrir estas bacterias con materia orgánica, porque las bacterias que mejor producen jalea son las cytophagas que descomponen el tamo, por eso el tamo es un agregador mucho más eficiente que el compost, este está a mitad de camino de una descomposición ya recorrida. Después viene la protección de esta capa, porque los grumos no se destruyen por sí mismos sino por el impacto de la lluvia, entonces podemos tener una capa de vegetación suficientemente densa para que amortigüe la lluvia o preparamos un mulch para que cumpla esta función. En general la gente dice que esto está muy bien pero requiere de una serie de análisis de suelos bastante dispendiosos, de tal manera que el agricultor no puede saber fácilmente que es lo que necesitan sus suelos. Esto es muy fácil de saber: se coge un terrón del suelo, no importa si está seco o está húmedo, y se le rompe, si se quiebra en pedacitos redondos como se aprecia aquí al lado izquierdo, está muy bien porque estos son grumos, los grumos parecen como maíz quebrado o arroz quebrado y pueden tener hasta 4 mm de tamaño, normalmente van de 0.5 a 1 mm. Bueno, si el terrón se quiebra como se muestra aquí arriba, con fases bastante irregulares, la tierra todavía está más o menos buena y la densidad aparente es de un máximo de 1.3 gr/cm<sup>3</sup> mientras que acá la densidad es de 0.9 (refiriéndose al primer caso). Pero si el terrón ya se rompe con fases muy rectas, la tierra está muy dura así que es urgente que se haga una recuperación en este suelo porque en estas condiciones no hay posibilidad que un abono actúe para que la planta de una buena cosecha, si el suelo se rompe de esta manera, hay que utilizar materia orgánica, entonces no es cierto que el fertilizante químico sustituya al orgánico, en este caso sin materia orgánica no se podría continuar plantando. La gente está desertificando sus suelos precisamente por causa de la opinión un poco extraña que NPK es suficiente para el suelo, pero esto no es así, se necesitan también los agregados. Ahora si el suelo se rompe en estratos de esta manera (lo señala), está muy pero muy dañado y normalmente necesita una recuperación drástica y complicada. En cierta ocasión me encontré un suelo de estos en un invernadero, el propietario me decía: “mire mis plantas raquílicas, pequeñitas, no sé que les pasa, no sé cuanto de compost ponerle”, observando a 6 cm, el suelo ya estaba de esta manera (se refiere al suelo que rompe en estratos), entonces en estos casos la recuperación es bastante demorada, es mejor abandonar el terreno por unos 8 o 10 años para que la madre Naturaleza actúe por su cuenta, porque para el agricultor va a ser bastante costoso. Cuando di un curso en la Escuela Ecológica en la Universidad Ecológica de Costa Rica, había 2 holandeses profesores de edafología que me dijeron: “esto aquí no funciona, porque llueve todos los días y los terrones se rompen con facilidad”, les contesté que si, pero la fase de rompimiento también es la misma en suelo húmedo” (se entiende por el contexto que les muestra unas fases de rompimiento de suelo compactado), se sorprendieron al ver esta diferencia de fases, me dijeron: “no creemos que esto sea suficiente para probar que el suelo está arruinado (compactado), les pregunté si creían en las lombrices y dijeron que si porque venían de una escuela ecológica con orientación orgánica, entonces les mostré las lombrices que habían que eran bastantes por causa de la lluvia, las lombrices no andaban, estaban formando un

nudo, enrollándose en bolitas pequeñas y se quedaban por ahí, les pregunté porqué hacían esto las lombrices, pero no sabían, les dije: “es porque les está faltando condiciones de vida, falta materia orgánica y falta aire, están en un estado extremo de reposo para ver si mejora la situación, sino mejora, simplemente se mueren”, parece que nunca habían visto nada igual. Lamentablemente la mayoría de los investigadores del suelo, tienen miedo de poner su mano en el suelo, trabajan con muchos aparatos e instrumentos, pero no tocan el suelo, y de esto nadie se escapa, tenemos que tocar el suelo y romperlo para ver como está, porque hay agua para lavarse mientras el suelo está todavía en buenas condiciones, pero si está muy compactado, tal vez no va a haber agua para lavarse las manos. Bueno acá tenemos la tasa de descomposición de la materia orgánica confrontada contra el tiempo, medido en días (15, 50, 75, 150, etc), vemos que prácticamente en 50 días no existe más celulosa en el suelo, los almidones desaparecen al cabo de 75 días, las proteínas desaparecen todavía más rápidamente. Entonces todo depende de las sustancias que contenga el abono que uno coloca, si se agrega tamo va a durar un poco más, si se coloca un abono verde u hoja de soya o frijol, se mantiene solamente por unas pocas semanas y después ya no queda nada. Es por eso que nos interesa que la descomposición dure el mayor tiempo posible para que así se mantengan más los grumos. La estabilidad de los agregados acompaña la descomposición de la materia orgánica, presentándose la mayor estabilidad entre los 9 y 15 días, después va bajando y a las 21 semanas ya es muy baja, de manera que a partir de acá es necesario proteger el suelo contra el impacto de la lluvia, porque la inestabilidad del agregado frente al impacto de la lluvia es cada vez mayor y puede ser fácilmente destruido.

### **Sobre asociaciones entre plantas.**

Respecto a las asociaciones entre plantas, tenemos varios casos. Conocí la situación en el estado de Río Grande do Sul donde se sembraba conjuntamente el trigo morisco y el trigo común, pero el común empezó con que cada año se daba menos y menos, tanto que el gobierno del estado llegó a la conclusión que allí no era apto para producir trigo, hasta que un agricultor no sembró más el trigo morisco y el trigo común comenzó a repuntar, así descubrieron que trigo común y trigo morisco no es una buena combinación. Algo mucho peor sucedió entre los cultivadores de zanahoria y ajo, un extensionista les decía que hicieran rotación con leguminosas: “tienen suministro gratuito de nitrógeno y no necesitan añadir”, pero resulta que las leguminosas son los más acérrimos rivales de la zanahoria y del ajo, por causa de las leguminosas después en la primera siembra, baja la cosecha a la mitad, que fue lo que sucedió. Vemos entonces que hay plantas que se repelen de tal manera que no tiene caso sembrarlas juntas, es el caso del girasol y la papa, esto es una catástrofe, ninguno de los 2 cultivos consigue crecer porque tienen las mismas armas, los “aerosoles” que exhalan no permiten que ambos sean sembrados en el mismo campo ni siquiera a una distancia de 50 o 60 metros. En cambio hay un caso curioso con la manzanilla y la menta, la manzanilla perjudica seriamente la producción de aceite de la menta, pero en cambio la menta aumenta los aceites aromáticos de la manzanilla. Otro ejemplo: la papa se lleva muy bien con el amaranto (kiwicha). La mayor parte de los cereales y leguminosas son benéficos. Otros caso: la cebolla es casi milagrosa si se siembra con la hierba de Santa María (es un tipo de artemisia), una vez sembré cebollas en condiciones muy secas por causa del clima, la hierba de Santa María invadió violentamente las cebollas y pensé que como había tanta sequía no iba a cosechar nada, cuando llegaron las lluvias, quise retirar la hierba de Santa María y sembrar otra cosa pero que sorpresa nos llevamos al ver unas cebollas bastante grandes. Vemos que arveja con nabo no da, avena con remolacha no da, el sorgo con el ajonjolí (sésamo) es una catástrofe, el ajonjolí no llega ni a florecer si está cerca del sorgo y esta planta a su vez, perjudica el trigo, entre otras por esto no soy muy amiga del sorgo, es una planta que retira en exceso el agua del suelo con raíces de hasta 3 ms de profundidad, este puede ser el motivo, pero también puede ser que el sorgo sea autointolerante, no se puede plantar sorgo sobre sorgo, entonces no se sabe si es por este motivo o por la deficiencia de agua que el sorgo resulta perjudicial para el trigo. Como pueden ver, así se trate de un abono verde o de una rotación, uno debe cuidarse de plantar especies que no se gusten, por el contrario, hay que

buscar plantar especies amistosas o que se gusten, las amistosas son llamadas sinérgicas. Aquí vemos la diferencia entre un bosque nativo y un “canavial”, en el bosque nativo la lluvia penetra inmediatamente y en el canavial se demora hasta 240 minutos, como el agua no es un ciudadano muy paciente, simplemente escurre produciendo erosión.

### **Sobre el efecto del viento en suelos desprotegidos.**

Ustedes pueden ver este paisaje nuestro, de hoy en día, con un desmonte muy violento, con muchas partes de desarrollo agrícola y pastoril y tenemos una ciudad, como en la mayor parte de los casos, bueno en el caso de Bogotá, constituye una excepción porque en el centro de la ciudad tiene un pulmón ecológico. Pero la mayor parte de las ciudades no tiene nada, sólo cemento, asfalto y edificios, y el agua no infiltra, solamente escurre, y por eso hay cada vez más inundaciones en las ciudades. Lo peor que sobreviene con el desmonte es justamente el viento que entra en el paisaje. Pueden ver que si el suelo tiene un 80% de humedad, conserva el doble de humedad cuando tiene bosque que lo protege del viento, que cuando no lo tiene. Si el suelo tiene una humedad del 40%, la diferencia es mucho mayor. La tierra que tiene protección contra el viento, retiene 3 veces más humedad. Allá en el Brasil, por el viento se pierden hasta 750 mms de lluvia al año, eso significa que si una región tiene 1300 mms de lluvia, que es una buena cantidad, resulta convirtiéndose en una región semiárida porque el viento se lleva más de la mitad del agua. Y en Rusia por ejemplo, se lleva hasta el 80%. Entonces podemos ver que el viento es un problema muy grande en toda nuestra agricultura. Aquí tenemos una región semiárida en la que la lluvia no es tan poca, pero cae toda en una sola época, en unos 3 o 4 meses. Después al estar todo sin vegetación mayor, el viento pasa y seca todo. Estos de aquí son árboles europeos, que soportan estos niveles de sequía, de resto no queda nada. Y lo peor en estas regiones es el fuego. Ellos han llegado a quemar hasta 5 veces al año, para favorecer la producción de pastos para animales. Y con eso consiguen justamente que el suelo esté cada vez peor, cada vez más compactado, porque después la lluvia golpea y entonces la desertificación es cada vez más rápida. Bueno, hace unos 20 años no existía en el Brasil erosión por viento. Hoy ya tenemos erosión por viento. Ustedes dirán ahora que hace falta mucho viento para retirar toda la tierra de las plantaciones, pero no, no es solamente el viento, es también el aire caliente que sube. Simplemente el suelo se calienta mucho y el aire comienza a subir. Normalmente sube a una velocidad de hasta 180 kph, pero hay días en que la velocidad aumenta hasta 400 kph, entonces es demasiado y produce este problema de la erosión por el viento. Vemos aquí el problema del viento, apreciamos que si se tiene una barrera demasiado impermeable contra el viento, este pasa por arriba e inmediatamente vuelve a soplar sobre la superficie, pero si la barrera es un 30% permeable, el viento no pasa por arriba sino a través de la barrera y mucho más amortiguado y además el efecto de la barrera cubre una distancia mucho mayor. Para conocer la dirección del viento basta con mirar a una palmera o alguna planta que forme penacho, más aún si está solitaria, porque el viento que uno debe impedir no es el viento fuerte, sino el viento permanente, el que es relativamente débil pero que sopla todo el día. Este tipo de viento cuando es débil, es muy difícil precisar de donde viene, porque el rompaviento debe cortarlo perpendicularmente y no debe canalizarlo. Y la razón es la siguiente: aquí tenemos los estomas de una planta, este se ve abierto y este está cerrado, cuando comienza el calor del día la planta cierra sus estomas para no perder agua y si pierde mucho agua, llega un punto donde la planta se marchita, porque la planta cuando transpira humedad, esta satura el aire y en estas condiciones no puede seguir transpirando, la transpiración es un fenómeno que se da por difusión de vapor de agua desde las cámaras subestomáticas hacia la superficie foliar. Entonces si el viento arrastra la humedad desde esta superficie foliar, la planta sigue transpirando de tal manera que funciona como una bomba que va sacando cada vez más agua. Veamos ejemplos de cultivos con protección o no del viento: esta es una plantación de maíz de indígenas dentro de la selva, ellos desmontan únicamente ½ hectárea y el maíz crece muy grande, de 3 a 4 mazorcas por planta, aquí no están sometidos a nada de viento, esto no sucede cuando los campesinos siembran a campo abierto. Aquí tenemos una huerta también hecha a

la sombra del viento, en medio de un bosque así. Este caso es en Africa, están sembrando árboles para protegerse del desierto, al principio hacen un muro para proteger a los mismos árboles. Así que solamente con rompevientos se defienden contra el desierto, porque el viento es uno de los dos factores que favorecen la formación del desierto, porque el desierto se forma por un lado por un suelo muy compacto, en el que poquísima agua se infiltra, y por otra parte por la acción de un viento muy seco que se lleva la poca agua que se infiltra en unas 12 horas, aproximadamente. Así que lo primero es protegerse del viento y lo segundo mejorar el suelo, estas 2 han sido medidas muy eficaces que ellos están utilizando. Esta es una fotografía de un vivero en donde las plántulas crecen entre rompevientos de eucaliptos, que no es lo más favorable pero es mejor que nada. Esta imagen corresponde a los Andes bolivianos en un área donde antiguamente los suelos eran bosques, los campesinos se han asentado en lotes de 1 a 5 hectáreas empezando un fuerte desmonte y allí empezó la erosión, ahora están reforestando porque no es posible plantar con tanto viento. Aquí en esta Puna boliviana, los campesinos hacen muros para poder hacer huertas defendidas contra el viento, al destruir el bosque original, ahora están en lucha con el viento. Así que en función de la protección contra el viento, el paisaje no debe estar totalmente sin árboles, ya sea con barreras rompevientos o en forma de árboles dispersos, pero de alguna manera hay que proteger los cultivos y pasturas contra el viento. Aquí tenemos el caso de un agricultor que plantó su mismo bosque porque la protección contra el viento y contra el sol es fundamental. Este otro caso es de un agricultor que irrigaba diariamente sus cultivos, le dije que si hacía una cobertura del suelo no necesitaba irrigar diariamente, él consideraba que no, que el mulch solo funciona cuando hay descomposición y se le suministra nutrientes al suelo y decidió hacer un mulch con un tamo muy ácido y muy duro para mostrarme que la idea de la cobertura estaba equivocada y que es la materia orgánica y no la cobertura, la que ayuda a crecer. Bueno, él colocó esta cobertura y disminuyó el riego a solo 2 veces por semana, pero insistía que aquello no iba a funcionar. Cuando llegó la cosecha, este tamo no se había descompuesto muy bien, pero la cosecha si le aumento a casi el doble. Bueno, hay otro asunto y es que las personas creen que el rompeviento es muy costoso y por eso no lo hacen. Este es el caso de un desmonte en el Serrado de Brasil en el que las barreras de viento lo que hicieron fue canalizarlo a lo largo del cultivo, les decía de la inconveniencia de este trazado y que la barrera debe ir contra el viento, en otro lote hicieron una serie de barreras en sentido contrario, es decir rompiendo el viento, el resultado fue que el pasto permaneció durante todo el verano sin secarse, mientras que el otro donde el viento estaba canalizado, si se secó, porque la canalización aumenta el efecto dañino del viento. Aquí vemos a un hombre muy romántico que hizo todos sus rompevientos con rosales, esto se ve muy bonito, él es un 100% de agricultura orgánica, al punto que en los baños no hay papel higiénico sino unas canastillas con hojas frescas. Aquí vemos barreras rompevientos hechas con guandul alternando dentro de un cultivo de café y con cobertura del suelo, este café está más grande y tiene menos edad. Esto es en mi finca, frijol orgánico con rompevientos y se puede apreciar que no hay ninguna enfermedad ni ningún parásito en el cultivo, y las curvas a nivel están sembradas con rompevientos que además cumplen la función de proteger contra la erosión.

### **Sobre el estado de compactación del suelo y la disponibilidad y deficiencia de nutrientes.**

Este es un trabajo de unos alumnos de posgrado, en el 1º cuadro a la derecha toda la tierra está en un buen estado de agregación, en el 2º con tierra compactada, el 3º y el 4º está aún más compactada y los análisis del suelo fueron idénticos porque venían del suelo homogenizado 2 a 3 veces, podemos ver que cada cuadro representa un nivel distinto de compactación, entonces en el 1º vemos que falta agua porque el experimento solo fue irrigado una vez por semana, en el 2º que tenía una capa compactada en el fondo, el agua no podía escurrir y por eso las plantas son las mejores, en el 3º con la mitad de la tierra compactada, apareció una deficiencia muy aguda de nitrógeno y de calcio que no existía en los otros dos, y en el 4º aparecía una deficiencia muy fuerte de fósforo acompañada de aluminio tóxico en cantidad de 2.5 mequiv./gr, entonces la pregunta es porqué estas deficiencias no aparecieron en los

otros cuadros, la única respuesta es por causa del anaerobismo. Aquí por ejemplo, el suelo ya era muy poco porque la mitad estaba compactado, así que depende absolutamente de la cantidad de suelo que la raíz pueda explorar e igualmente del agua, entonces agua y desarrollo radicular son fundamentales para las cosechas. Esta muestra aquí que el aluminio cuando aparece solito, es tóxico, es como también con cualquier solución monosalina, es decir que si yo tengo una única sustancia disuelta, ya sea N,P,K o cualquier otra, es tóxica si está sola. Vemos aquí que en el primer caso fue omitido el nitrógeno, en el segundo el potasio y en el tercero fue una solución 50 veces diluida de los otros nutrientes más la cantidad normal de nitrógeno y la planta simplemente se murió porque el nitrógeno era tóxico, en este caso al estar acompañado de mínimas partes de los otros nutrientes. Este es el caso de agricultor de 500 hectáreas de *papa*, todo su cultivo fracasó después de la aplicación de un fertilizante foliar nitrogenado, lo hizo porque tenía una pronunciada deficiencia de nitrógeno. Él quería saber porque había muerto su cultivo, hicimos un hoyo en el suelo y encontramos lo siguiente: el punto vegetativo de la papa es de 3 cm, él había colocado su semilla a 40 cm y el fertilizante por abajo, la planta formó sus raíces a los 10 cm y como este agricultor es rico, tenía irrigación constante. Esto destruye el suelo tanto como una lluvia fuerte. Cuando la papa ya había formado sus raíces y comenzaban a profundizar, ya se había formado una capita dura entre la semilla y el punto vegetativo de la planta, como resultado el fertilizante estaba allá abajo pero las raíces no bajaban. Por eso muchas veces las personas dicen que la papa que se sembró antes de la lluvia no dio nada y la que se sembró después de la lluvia, se dio muy bien. Esto sucede justamente por causa de esta capita dura, entonces el cultivo de papa que sentía la falta de nutrientes especialmente de nitrógeno, ya mostraba amarillas sus hojas, así que el hombre hizo una aplicación de fertilizante foliar de algo así como del 3 al 4%, como resultado al día siguiente la papa estaba totalmente muerta, porque en un suelo muy pobre recibió una fertilización muy fuerte de nitrógeno. Como dijimos anteriormente, es un gran error colocar un solo nutriente, se debe utilizar una solución mezclada o colocarlo solo pero en pequeña cantidad. Aquí tenemos otro caso, esto es una solución normal, luego otra 2 veces normal y otra 50 veces diluida, si ustedes observan las raíces, estas de acá son más o menos iguales, pero en esta otra, forma una raíz 7 veces más pesada porque encontraba muy pocos nutrientes en su solución 50 veces diluida y por lo tanto, aumentó su sistema radicular para aprovechar mejor estos escasos nutrientes. Aquí apreciamos una deficiencia de cobre, esta es una situación muy importante porque cuando falta el cobre, las plantas forman hojas gigantes, aquí tenemos el tamaño normal y aquí las gigantes que aparecen tanto en *naranja* como en *cacao*, *café*, en todo. Y ahí la gente piensa que bien nutrido está el cultivo, pero no es cierto, falta cobre y esto genera un exceso relativo de nitrógeno, porque la proporción de nitrógeno/cobre es de 1500/1 y si uno coloca 3000 unidades de nitrógeno y una de cobre, va a faltar el cobre y en un análisis foliar no va a aparecer el exceso, pero como falta cobre, el nitrógeno es relativamente mucho mayor y el cultivo no da nada. Aquí vemos la deficiencia de cobre en *trigo*, en una *fruta silvestre*, en *arroz* que se manifiesta en enfermedad: pircularia. Sobre esto tengo una experiencia: sembré arroz y coloqué 3.5 kilos/ha de sulfato de cobre, que es un mineral natural, diluido en el agua de irrigación, el resultado fue que no tuve pircularia a pesar que el agua venía de un cultivo infestado, inclusive inoculamos la semilla de arroz con pircularia y sembramos en un campo en el que se había presentado mucho esta enfermedad, entonces la posibilidad de infección era enorme, pero no se presentó porque la planta no ofrecía la sustancia que el hongo podía utilizar. Pero aquí viene otro punto, que se origina cuando en el cultivo hay deficiencia de cobre y se presenta la enfermedad, es el siguiente: tenemos aquí cerebros de *ovinos*, estos de aquí tenían una dieta normal y estos una dieta en la que iba disminuyendo cada vez más el cobre, hasta casi nada, estos son los cerebros de crías de las ovejas que se habían alimentado con esta dieta, en estas crías los cerebros iban saliendo cada vez más deformes y como resultado en la madre la lana es cada vez más gruesa y más seca y la cría es parapléjica. Esto ocurre mucho en Nueva Zelanda donde el 20% del ganado orgánico nace así porque creen que orgánico es sin ningún mineral, no colocan el mineral porque así lo hacen los ganaderos convencionales, estoy en contra de esta posición porque la base de la agricultura orgánica es que plantas y animales estén con salud y si no la hay, se debe aplicar lo que la promueve.

En Asia y Africa hay elefantes, en Europa bisontes, en Norteamérica búfalos, en América Latina llamas y tapires, así que cada animal es de un lugar, de manera que el ganado no va a encontrar en la vegetación que aquí tiene, todos los nutrientes que necesita, por eso es importante suministrárselos, así que en América Latina se pueden suministrar sales para el ganado. Ahora, los norteamericanos han comprobado también que las madres con deficiencia de cobre, relacionada con una alimentación super rica en nitrógeno, tienen hijos parapléjicos. Aquí apreciamos una deficiencia de manganeso en *avena* que provoca un tipo de bacteriosis. Y esta es la deficiencia de manganeso en pollos, aquí vemos los huesos normales y abajo los huesos con deficiencia de manganeso, se ve como los huesos son más delgados, cortos y curvos, así que es un animal deforme. Y también se presenta en perros. Como curiosidad, los perros pekineses están criados para tener una alimentación exigente en manganeso, pero en la alimentación común ellos no encuentran lo suficiente y crecen también deformes, algo que simplemente se remedia con sales minerales. Acá tenemos el asunto del análisis químico del suelo, usted manda hacer un análisis del suelo y recibe una receta que en nuestro caso era para soya: “fertilizantes para la soya”, pero trabajamos con 4 variedades de soya y las respuestas fueron variadas: la 1ª variedad reaccionó como esperábamos, la 2ª variedad bajó su crecimiento con cada aplicación de nutrientes, la 3ª bajó solo con NPK pero creció vertiginosamente con los micronutrientes y la 4ª al contrario de la anterior: respondió bien al NPK y mal a los micronutrientes, entonces podemos ver que cada variedad absorbe diferente, así que promover por igual no es correcto, existe un abono determinado para una variedad determinada en un suelo determinado, los vendedores hacen una empirización muy grande porque solo están interesados en vender fertilizantes, no que haya una mayor producción. Esta es una investigación realizada en Brasil, mostrando que solo el 40% de los cultivos reaccionan positivamente a la aplicación de fertilizantes, pero entonces nadie piensa en el agricultor, solo se preguntan si la industria química vende o no. Aquí tenemos los problemas de deficiencias minerales las cuales aparecen en las hojas, no necesariamente en todas, puede ser en unas pocas lo que indica que la respectiva deficiencia pasó de latente a activa. Aquí vemos una deficiencia de magnesio que se ve igual en todas las plantas y en todos los cultivos, simplemente que algunas hojas responden poniéndose amarillas y otras púrpuras, la decoloración puede ser diferente pero el patrón de hoja es el mismo, vemos aquí deficiencia de magnesio en pimiento y en tabaco. Hay que tener en cuenta que cada deficiencia mineral empieza en un grupo de hojas diferentes, algunas comienzan en las hojas más viejas y otras en las más nuevas, lo que es N,P,K, manganeso y zinc, comienzan en las hojas más viejas y en cuanto a cobre, magnesio, hierro y calcio comienzan en las hojas más nuevas, así que por la posición de la hoja se pueden descartar ciertas deficiencias, solo el molibdeno puede manifestarse en hojas viejas y en hojas nuevas. Esto es *maní*, el tamaño de las semillas es igual, pero esta de aquí normalmente no nace porque el epitelio germinativo está muerto debido a una deficiencia de boro, esto también se presenta en *trigo*, por ejemplo en Matogrosso del Sur tenemos un trigo grande y bonito pero no nace debido a la deficiencia de boro. Aquí vemos otro caso de deficiencia de boro, se ve como la raíz más larga y gruesa recibió boro, entonces el problema de la deficiencia de boro es la imposibilidad de desarrollar la raíz porque la planta no consigue transportar azúcares para ella. En *mango* vemos que el brote que debería ser más fuerte, es más débil, vemos que los otros a su alrededor se desarrollan más.

Este crecimiento en abanico es típico de la deficiencia de boro, en *eucalipto* vemos que el brote creció y murió, en un lado brotó de nuevo y murió, rebrotó y murió y así, esto es típico de boro. Esto es una plantación de eucalipto al sur de Minas Gerais, el agricultor me decía que si cortaba este eucalipto, no volvía a brotar y eran unos árboles que con 5 años de edad, estaban muy delgaditos, me mostró un área donde habían sido talados los árboles y ninguno tenía brotes, inclusive estaban colonizados por termitas, con raíces de apenas 30 cm que se podían arrancar con las manos, hicimos una calicata para ver si había una capa de piedra o de agua impidiendo el crecimiento, pero no había nada, así que por el aspecto de estos árboles concluimos que faltaba boro, colocamos 12 kg/ha de ácido bórico y las raíces pasaron a tener una longitud de 3 ms o más, y los árboles engrosaron el doble en un año y además rebrotaron, así que la falta de boro es una condición muy anormal que puede volverse grave.

Aquí vemos la deficiencia de boro en *maíz*, que se manifiesta de manera diferente: si es maíz híbrido se presenta con carreras de granos diferentes, y si es maíz de variedad, tiene bastantes flores estériles y no presenta estas carreras. En cuanto a calcio, vemos la deficiencia en *maní*: en la parte de arriba vemos el maní en buenas condiciones y abajo se ve como se forma una depresión en la semilla, donde ya hay presencia de daño por hongos, durante mucho tiempo se pensó que el hongo era el causante de la depresión, pero se encontró que la depresión es primaria debido precisamente a la deficiencia de calcio, siendo el hongo un efecto secundario. En *trigo* vemos que la deficiencia de calcio se manifiesta como un enrollamiento del brote principal y permanece blanco, por lo tanto no se desarrolla. En el caso de deficiencia de potasio en *naranja*, el árbol carga bien pero las naranjas son pequeñas, su coloración es más viva y se caen prematuramente, mientras que en comparación con los árboles suficientemente nutridos, los frutos todavía no están maduros.

Aquí vemos la deficiencia de potasio en *trébol*, esta de aquí es una hoja normal y esta tiene el margen clorótico por causa de la deficiencia que se inicia en el borde, hacia la punta y progresa hacia atrás pero nunca completa el margen total de la hoja, además hay presencia de manchas blancas que parecen hongos, entonces si tenemos una hoja con la totalidad del margen clorótico, se trata generalmente de una intoxicación producida por agrotóxicos o por antibióticos. Este es el caso de *algodón* con deficiencia de potasio, la fibra es corta y los capullos son pequeños y escasos. En *caña* la deficiencia de potasio se manifiesta en las hojas viejas, todas mueren pero las nuevas se conservan. Aquí tenemos *frijol* con deficiencia de potasio que comienza en la punta de la hoja y avanza por el margen, mientras que si se trata de una deficiencia de nitrógeno, igualmente empieza por la punta pero avanza por la nervadura central. Recordemos que cuando la clorosis comienza en las hojas viejas, es manifestación de deficiencia de nitrógeno y en general las hojas de toda la planta disminuyen de tamaño. Siguiendo con nitrógeno, vemos que su deficiencia en *tabaco* se manifiesta como un amarillamiento general de la planta y como ya decíamos, el amarillamiento se inicia en las hojas viejas porque si comienza en las hojas más nuevas es por falta de hierro. Aquí tenemos una plantación de *pepino* en invernadero, en estas condiciones se debe tener el nivel de nitrógeno más bajo que en el campo, porque sino se genera un exceso y consecuentemente aparecen las enfermedades. Sobre el fósforo, vemos como se localiza en una planta de *maní*, está ubicado en la cáscara de la semilla, en todos los lugares donde esté ubicado el fósforo, ayuda al crecimiento. En cuanto a la deficiencia de fósforo para el caso de la *naranja*: su cáscara es muy gruesa, muy espesa. Hay una creencia generalizada en cuanto a que los abonos deben contener mucho de cada elemento, por ejemplo mucho calcio, mucho magnesio, mucho nitrógeno, mucho fósforo y esto no es así. Aquí vemos un *tabaco* que fue abonado con mucho NPK pero no creció bien porque algún elemento estaba deficiente. Este otro tabaco en el campo vecino fue tratado con harina de rocas y creció mucho mejor, como podemos ver, esto es porque la harina de rocas tiene muy poco de cada cosa pero trae sus elementos en equilibrio, se han reportado 85 elementos. Así que el abono no tiene que ser 15 o 20% de nitrógeno o de fósforo, sino más bien un poco de cada elemento, porque es la interacción entre ellos la que cuenta, por eso es posible que con la microbiología del suelo y la materia orgánica funcionando correctamente, se tienen cultivos mucho más productivos que con fertilizante químico. Tenemos un ejemplo con este *melón* que fue sembrado solamente con harina de rocas y no presenta ninguna enfermedad, hay que tener en cuenta que la mitad de los cultivos de melón al noreste de Brasil, son de un patrón especial para exportación que posiblemente es más susceptible a enfermedades, porque este de aquí si tiene.

## Equilibrio Indispensable en la Naturaleza.

Acido  
Equilibrios entre los nutrientes  
Fósforo Azufre Cloro

Base  
NO3

Potasio Calcio Magnesio	NH4
Nitrógeno / Cobre:	1250 a 1500
Nitrógeno / Potasio:	2
Fósforo / Zinc:	35
Fósforo / Azufre:	1 a 2
Potasio / Boro:	35 a 100
Calcio / Manganeso:	700
Calcio / Potasio:	8 a 10
Hierro / Manganeso:	3 a 2
Hierro / Cobre / Cobalto:	500:10:1

Si falta un mineral o la proporción no se cumple, entonces, el otro mineral no funciona. Aunque la presencia de un mineral sea mínima, es indispensable para que funcione el otro.

### **Sobre las coberturas en el suelo.**

Vemos un agricultor que cultiva naranja con un suelo completamente desnudo, le recomendé que no lo hiciera así, entonces en las calles sembró algodón y caña, dos cultivos muy exigentes, para mostrarme que no servía de nada cubrir el suelo. Así esta cobertura no sea la más favorable, cualquier cobertura del suelo es mejor que dejar el suelo desnudo, si él hubiera sembrado especies más favorables, todavía es mucho mejor.

Aquí tenemos café con sombrío, este cafetal así manejado tiene la particularidad que necesita 5 veces menos cal, 3 veces menos zinc y por lo menos la mitad de los otros micronutrientes, así que pueden crecer con facilidad en suelos pobres y ácidos, puede ser que su cosecha sea menor, pero también su costo es menor y sin embargo, el producto es superior. Ustedes en Colombia tenían el mejor café del mundo y hoy están luchando en el mercado mundial porque su café ha perdido calidad, entonces no es simplemente asunto de mayor productividad, de mayores cosechas, porque después hay que competir en el mercado para colocar estos excesos de cosecha. Aquí tenemos café brasilero que normalmente se mantenía con el suelo limpio entre los surcos, sin embargo hoy en día esto está cambiando. Para las coberturas en los Andes el problema es otro, allá no es clima templado ni tropical, es un clima andino particular. Los suelos hasta los 2.800 msnm son semejantes a los nuestros, pero más hacia arriba aumenta la materia orgánica, no en forma de humus sino como turba, por lo tanto tenemos un buen desarrollo radicular pero el problema es el calor, así que en estas altitudes la cobertura del suelo es imposible y además está el problema que las lluvias son escasas, entonces los campesinos han creado una especie de "cultivo de agua", la cual captan e irrigan pero solo alcanza para un 40% del área. Antiguamente cuando las propiedades eran más grandes, el 60% de las tierras eran bosques, hoy en día los campesinos han desmontado todo y hay una lucha muy fuerte entre vecinos por el agua, a lo que se suma el problema del viento que allá arriba es muy seco. A mayor altitud en los Andes, en la Puna, el suelo es bastante negro pero ya no tiene estructura, ya ni siquiera es turba, sino que parece un "pudín" y carece completamente de poros, es impresionante, tal vez crecen solamente hongos, no debe haber bacterias. Sin embargo el principal problema que yo veo en los Andes tiene que ver con el sol que es muy débil y el viento seco. Como ejemplo, tuvimos un caso crítico en que los agricultores decían que no crecía nada si se cubría el suelo, pero el agrónomo lo recomendaba para retener humedad, de hecho no crecía nada porque el sol es muy débil a causa de la altitud, recordemos que por cada 100 ms se pierde 1 grado, así que llegamos a la conclusión que si se cubre el suelo, tiene que ser con un material de color negro o un material claro que se mezcle con el suelo negro para captar el calor, entonces ante el dilema que allí necesitamos una cobertura en el suelo para no perder la humedad pero esta es inconveniente por causa de las bajas temperaturas, hay que buscar maneras que nos garanticen ambas cosas simultáneamente: captar el suficiente calor y no perder humedad. En cierta ocasión visitando una granja de una ONG en el Perú y que está a más de 3.300 msnm, me

decían que por esa razón la avena producía menos y en esto, todo el mundo coincidía, sin embargo les solicité que caváramos en el cultivo y encontré la semilla de avena a 16 cm de profundidad, al preguntarles porqué hacían esto me contestaron que no era intencional (¿se les chispotió?), llamaron al tractorista y él explicó que la sembradora se les había dañado, por lo tanto habían sembrado a mano y luego habían pasado el rastrillo, pero como el suelo es bastante arenoso y era un rastrillo bastante pesado, la semilla quedó a esa profundidad. Por lo tanto, la culpa no la tiene la altitud, el asunto es realizar una siembra acertada, así la avena produciría hasta 5 o 6 conos (¿espigas?), porque con cada centímetro de profundidad, se pierde 1 o 2 conos. Tenían una producción de compost que aplicaban a la huerta y a la alfalfa que tenía unas hojas bien grandes, nunca había visto una alfalfa así, les pregunté sobre esto y su respuesta fue inmediata: es el compost y todo el mundo estaba admirado de la belleza de la alfalfa, les dije que no era ninguna belleza, es una típica deficiencia de cobre y esto era general en la huerta, se veía hojas muy grandes pero totalmente llenas de pulgones y de plagas que aparecen por un desequilibrio: exceso de nitrógeno y deficiencia de cobre, entonces había que corregir esto agregando 3 kilos/ha de sulfato de cobre por cada 20 toneladas de compost. En la misma granja tenían un cultivo de maíz, el gerente del proyecto de maíz también consideraba que este no crecía bien debido al frío, sin embargo al caminar dentro del cultivo terminábamos dentro del barro, al preguntarles que pasaba me contestaron que había un poco de exceso de riego, pues lógicamente el exceso de agua era evidente. Otro aspecto de esta granja que me llamó la atención: tenían un curso especial para combatir el timpanismo, les indagué si era tanto el problema de timpanismo como para que hubiera un curso especial sobre esto, y me contestaron que de cada 10 vacas, 6 o 7 presentaban problemas de timpanismo, les comenté que me parecía imposible, la costumbre es que cuando una vaca se escapa y come mucha alfalfa, le da timpanismo, pero como algo ocasional, entonces les pregunté como manejaban el ganado, a esto me contestaron que en la granja se les da la mejor comida que consiste simplemente en las ramas más finas de la alfalfa, y ¿de pasto, qué les dan?, su respuesta fue que como el pasto era muy pobre, entonces el ganado comía solamente lo mejor, pero ¿cómo van a alimentar el ganado solo con esta leguminosa?, estas tienen demasiada saponina y esto les genera el timpanismo, las leguminosas no deben pasar el 30% de la dieta y nunca pueden ser el 100%, ay! estas son las ONGs que aparecen para entrenar a nuestros campesinos, ¡que tristeza!, así que por favor, cuando ustedes vean estas ONGs extranjeras que llegan, no piensen que ellos son infalibles, ellos desconocen las condiciones que tenemos acá, allá en Europa es posible que puedan alimentar el ganado solo con leguminosas.

Entonces no hay que pensar que en los Andes todo es peor, es diferente, en general los suelos son muy ácidos, alguna vez medí allá arriba un pH y estaba en 2.7 que es muy alto, así que considerar hacerle a esto una corrección de pH es una locura. Lo que se necesita es sombreado de los cultivos, se hace una sombra más rala y no pretender hacer corrección de pH, porque si lo hace va a desequilibrarlo todo, porque los otros elementos se van a desequilibrar también, hay es que procurar cultivar bajo una sombra no muy densa, si retira todo el sombrero no garantizo que pueda pasar. Y hay otros cálculos que se deben incluir: el transporte del fertilizante a esas alturas, nunca hay que perder de vista que los campesinos tienen costumbres más antiguas, que son mucho mejores, mientras que uno no sepa porque lo hacen, es mejor dejar las cosas así, si descubrimos el porqué y sabemos hacer algo mejor, entonces si, pero no pensar que el agricultor es bruto. Aquí en los Andes necesitamos un sistema de protección de suelos debido a la altitud, y la mejor protección es la sombra rala, no la cobertura, que permita que el suelo se caliente, y los cereales no son las plantas más indicadas para cultivar en estas alturas. Lo segundo que vi en el Perú, fue el sistema de los Incas para captar toda el agua lluvia que guardaban en cisternas, pero antes de entrar a las cisternas, dinamizaban el agua, esta agua dinamizada les daba mejor resultado que el agua simple, y era un sistema muy simple: el agua entraba en una especie de canal, daba un giro para un lado, después para otro y finalmente entraba a la cisterna, entonces el agua que disponían, tenía más efecto sobre la vegetación.

## **PANELISTAS Y SESIÓN DE PREGUNTAS.**

**Participante 1:** Los Andes que la doctora está hablando parecen un poco distinto de los nuestros, usted se refiere a países como Perú y Bolivia...

**Dra. Ana Primavesi:** En Bolivia, Perú y Ecuador utilizan terrazas pero aquí no, entonces ustedes aquí necesitan alguna protección del suelo, por ejemplo un pasto que no crezca mucho o leguminosas que también pueden cubrir el suelo en cultivos como el café, porque se necesita una cobertura del suelo sino tienen terrazas.

**Participante 2:** En cuanto a nuestro sistema de páramos, ¿que efecto tiene el cambio entre un pasto de macolla con un pasto normal?.

**Dra. Ana Primavesi:** El kikuyo que tienen aquí, vive cuando el ambiente es húmedo, el otro que usted menciona tiene sus raíces a 2 y 3 cm de profundidad, como adaptación a la sequía....

Participante 2: no, preguntaba acerca del cambio en la estructura del suelo.

**Dra. Ana Primavesi:** el pasto que crece en macollas, deja mucho espacio desnudo entre cada macolla, entonces si uno no siembra algo en ese espacio como por ejemplo una leguminosa, el suelo decae rápidamente.

**Participante 3:** Quisiera que ampliara el concepto de la materia orgánica como acondicionador del suelo y no como aportante de nutrientes a manera de NPK.

**Dra. Ana Primavesi:** La materia orgánica no es solamente NPK sino alimento para la vida del suelo, una vida que hace la agregación del suelo y permite la infiltración del agua. Todo este problema de agua que tenemos hoy en el planeta es por la decadencia de la capa superficial del suelo, nada más. El compost de materia orgánica en principio no es nutriente aún, porque tiene que ser descompuesto hasta sus componentes primarios, minerales, agua y carbón, solamente en este estado es nutriente, tiene algunos aminoácidos pequeños que la planta puede absorber, pero por lo demás, ella no absorbe compost ni materia orgánica, solamente nutrientes. Hay que ver donde ocurre la descomposición, si esta es a 20 o 30 cm de profundidad, va a ser una descomposición anaeróbica, que además es muy lenta y donde se pierde su principal efecto sobre el suelo, que es de agregación a través de la vía aeróbica. Así que la materia orgánica es un "nutriente" para la vida y esta, la vida, nutre bien a la planta.

**Participante 4:** ¿Pueden o no las plantas alimentarse con moléculas orgánicas de alto peso molecular?.

**Dra. Ana Primavesi:** No, de alto peso molecular no, si acaso de aminoácidos.

**Dra. Marina Sánchez:** Aclaremos porqué estas moléculas de alto peso molecular no pueden ser absorbidas por las plantas. Podemos tener diferentes tipos de materiales orgánicos, unos más complejos que otros, cuando se hizo la anterior pregunta estábamos pensando en el acondicionador del suelo, así es que funciona la materia orgánica y no como nutriente y ella nos hablaba del páramo, donde las pajas cumplen esa función inicial de acondicionador del suelo y después mediante un proceso de mineralización, se pasa de esas moléculas complejas a moléculas simples, es en este paso cuando las moléculas comienzan a ser accesibles para la planta. Dentro de las moléculas grandes, la celulosa es una de las primeras que se descomponen, no así la lignina porque esta permanece mucho tiempo. Entonces en esto consiste la mineralización, es pasar de una molécula compleja a una molécula simple, que es absorbible por la planta.

**Dra. Amanda Lozano:** La pregunta se formula porque la doctora en la mañana mencionó que algunos miraban el compostaje como una fuente de nutrición a la planta y realmente nosotros lo hemos estado promocionando de esa manera. Nuestro compostaje en la medida que esta bien hecho, nos aporta un material semejante al suelo y por tanto, está aportando los mismos beneficios que aporta la materia orgánica y bien sabemos que estos son indirectos y a largo plazo, a través del proceso de mineralización, pero de todas maneras el compost aporta beneficios en la física del suelo, aportándole estructura y también en su parte orgánica.

**Dr. Hernando Valencia:** Para anotar que el proceso de descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos fue descubierta por Pasteur, quien así también contribuyó a la

microbiología del suelo. Participante 5: Tengo dos preguntas: ¿Cómo se pueden proteger los cultivos contra las heladas en la agricultura biológica? y en el caso de la guayaba en Colombia, ¿esta fruta siempre presenta gusanos, cómo se pueden evitar?.

**Dra. Ana Primavesi:** La protección contra las heladas en los Andes no es tan complicada, porque el frío es prácticamente como un líquido pegajoso que siempre corre hacia abajo, entonces se puede hacer cada tanto un cinturón de árboles, porque debajo de los árboles está a 3 o 4 °C más caliente y si el aire frío corre debajo de estos árboles, se calienta. Pero si usted tiene cinturones de árboles, no puede haber un obstáculo en el camino del aire frío porque en el momento que se represe el aire frío, ahí muere todo, entonces se debe mantener el camino libre, pero colocando de trecho en trecho, un “cinturón” para calentar el aire. Y respecto a la guayaba, si el árbol es deficiente en boro se presentan los gusanos, sino, pues no los tiene. En cierta ocasión hablando con un fruticultor, me dijo que había solucionado todos sus problemas con boro, y es claro, porque la planta aumenta su sistema radicular, tiene un mayor volumen de suelo a su disposición y ahí encuentra todo lo que necesita. En mi finca hicimos lo mismo contra el “amareliño” y funciona, el principio básico es aumentar el sistema radicular.

**Dr. Pedro Izquierdo:** La agresividad con que las heladas pegan aquí en la Sabana de Bogotá tiene que ver con la cobertura del suelo, según el esquema de manejo que se le hace al suelo, no es casual que las heladas de enero sean más fuertes que las de diciembre, porque en enero el suelo está más desprotegido, ya se le ha metido mecanización y en cambio en diciembre todavía no se han recogido las cosechas, por lo tanto hay masa vegetal en el suelo. Otro truco para contener las heladas es la revegetalización, en la medida que la finca tenga matorrales, árboles y por ejemplo los lotes de cultivo estén divididos por estos setos arbóreos en gran escala, las heladas bajan en su agresividad. Esta también la aplicación al cultivo de purín de ortiga, recordemos que el efecto de las heladas a nivel celular, es como si se cristalizara y rasgara la membrana celular, ocasionando la fuga del citoplasma, entonces el amarillamiento es instantáneo en la mañana cuando sale el sol, entonces las aspersiones de este tipo atenúan el efecto de la helada, aunque diría que es mejor la visión agronómica amplia de que la finca sea altamente revegetalizada y esto sobretodo es evidente en aquellas fincas que parecen un solo potrero, que una vez que pasa la helada, quedan completamente amarillas. Pero si hay árboles, porque la helada es simplemente un cambio de masas de aire frío por caliente, el efecto es menos agresivo. Otra medida importante es que en lo posible haya también en la finca, masas de agua pues esto disminuye el descenso de la temperatura.

**Dra. Ana Primavesi:** Pero no agua corriente, sino agua quieta.

**Participante 6:** Se habla de protección al suelo para evitar pérdidas de microbiota y calentamiento, ¿podría contemplarse la solarización como práctica para la agricultura orgánica?, y ¿incluir el uso de lonas plásticas que no son biodegradables y alteran el microclima del suelo?. Hay otra pregunta sobre el mismo tema: el método de solarización para el control de hongos fitopatógenos e inoculación de hongos y bacterias benéficas, ¿podría contemplarse dentro de la agricultura orgánica?.

**Dra. Ana Primavesi:** Se hace solarización en agricultura orgánica, pero no creo que este sea un método adecuado porque en la solarización se mata toda la vida del suelo y se considera que entonces el suelo está estéril, pero no permanece estéril ni por media hora, porque el aire está lleno de bacterias y de hongos. Pero hay que aclarar que las bacterias y los hongos que son parásitos, lo son por causa de la mala nutrición de las plantas, entonces la cuestión no es de solarizar sino de recuperar el suelo, si el suelo está bueno y sano, las plantas también lo estarán, el ataque solamente ocurre cuando la planta está mal nutrida. Dentro del concepto de agricultura orgánica encaja la solarización pero teniendo un enfoque muy temático, pero si consideramos que todo depende de la salud del suelo, la solarización no tiene mucho sentido. Las lonas plásticas mucha gente las utiliza, por ejemplo en fresa para que esta no tenga mucho contacto con el suelo, se debe usar la lona negra y no transparente, pero siempre hay que considerar que el aireamiento del suelo es deficiente y por lo tanto, la calidad del producto va a ser inferior.

**Dra. Marina Sánchez:** Tuvimos la oportunidad de ver un trabajo de solarización donde el suelo tenía serios problemas de patogenicidad por *Fusarium*, al hacer el seguimiento del proceso, se ve que hay

un aumento de temperatura pero el suelo no alcanza a esterilizarse, hay una pasteurización por lo menos en lo que se encontró en ese trabajo, y que lleva a una selección de poblaciones donde *Fusarium* bajaba, esta fue la experiencia. Respecto a la pregunta acerca de los plásticos, nos preocupa que al embolsarse la fruta para protegerla de las plagas, luego todos esos residuos y basuras quedan en el campo. Con respecto a la parte de inoculantes, era una pregunta que me había hecho y en el libro del Dr. Mario Mejía “Agriculturas para la Vida”, él incluye algunas de las normas del IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) y plantea que los inoculantes podrían ser considerados dentro de la agricultura biológica.

**Dra. Ana Primavesi:** Ellos permiten los inoculantes pero esto no tiene mucha lógica, ya que lo hacen porque también ellos no están recuperando el suelo, porque si usted recupera el suelo, no necesita inoculantes. Dra. Marina Sánchez: Correcto, se tienen las 2 alternativas, es una cuestión de decisión. La alternativa que plantea la doctora Primavesi no es un trabajo instantáneo, porque hay que darle tiempo a que el suelo se recupere, la misma materia orgánica, en el caso de micorrizas atrapadoras de micorrizas, hay plantas que atrapan micorrizas. Por medio de estas prácticas, uno podría ir recuperando esa flora, esa microbiota tan eficiente para la planta, pero hay que tener en cuenta que no va a ser una cuestión inmediata.

**Dr. Hernando Valencia:** Hace poco se realizó un trabajo sobre bacterias fijadoras de nitrógeno en caña panelera, se encontraron bacterias rizosféricas y endófitas fijadoras de nitrógeno en una variedad de caña. Considerando que donde se encuentre esa misma variedad, pueden estar estos microorganismos, que parecen muy eficientes ya que los cultivos llevan más de 15 años sin ningún tipo de fertilización, pensamos que se podía aplicar donde no exista este tipo de microorganismos, las especies encontradas tienen que ver con *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Azospirillum* y bacterias endófitas tipo *azotobacter* que realiza fijación de nitrógeno en la parte aérea de la planta, entonces nosotros con un enfoque un poquito factorial, pensamos que algunos microorganismos pueden ayudar por ejemplo: cepas más eficientes que las nativas, para que el cultivo siga funcionando agroecológicamente en forma sostenible.

**Participante 7:** Entendiendo la visión sistémica y cíclica de la producción alimentaria, ¿qué valor tiene la producción animal?, ¿los estiércoles de ganado equino son considerados buena fuente de materia orgánica?, en la costa atlántica son bastante utilizados.

**Dra. Ana Primavesi:** La producción animal tiene el mismo valor que la producción vegetal, pero en la medida en que aumenta la humanidad, que en 12 años dobla su tamaño, con la producción animal se necesitan 5 hectáreas para nutrir a una persona, mientras que con producción vegetal se necesitan 0.3 hectáreas. Vemos que la diferencia es muy grande y probablemente haya que disminuir la población animal, especialmente si estos animales comen granos porque hoy en día el 80% de la producción de soya y el 70% de maíz, son para la elaboración de concentrados. En cuanto al estiércol de ganado vacuno, claro que constituye un gran abono para el suelo si es fermentado, pero su mayor valor es cuando se combina en proporción 1 a 3 con fibra vegetal como el bagazo de caña o tamo de avena o de arroz, para así suministrar carbono, que es escaso en este tipo de estiércol que contiene principalmente nitrógeno y potasio. Por ejemplo en la agricultura natural niegan el uso de estiércol en el campo agrícola, tienen la misma opinión que yo tenía antes: “el estiércol que proviene del pasto, es del pasto, y el tamo que viene del campo, vuelve al campo”. Hoy en día la producción de estiércol es principalmente europea, porque ellos tienen el ganado confinado durante 6 meses en los cuales se acumula una montaña de estiércol detrás de los establos, al cual tienen que dar un destino antes de que los entierren. Así que nosotros necesitamos usarlo fermentado, aquí en el trópico prácticamente esto corresponde en donde hay ganado lechero, actualmente en el Paraná están usando estiércol sin tamo porque hacen una fermentación líquida: lo mezclan con agua, le agregan leche y después utilizan una máquina que revuelve todo para así oxigenar cuando aumenta la producción de amonio de la mezcla, con esto aumentan el nitrógeno de 2.5 a 7 u 8%, así que es tan rico en nitrógeno que tienen que adicionar un poco de sulfato de cobre a la mezcla.

**Dra. Marina Sánchez:** Este tipo de procesamiento podría ser una buena opción para aumentar el nitrógeno en zonas ganaderas como los Llanos, pero habría que separar el material de ganado rumiante de los no rumiantes. En el caso de los rumiantes tenemos una relación de carbono/nitrógeno baja, así que cuando la doctora nos recomienda mezclarlo con tamo, estamos haciendo que la descomposición del tamo sea más rápida y fuera de eso, al no utilizar la boñiga directamente sino mezclada, estamos evitando el exceso de nitrógeno que después vamos a tener que corregir. En algunas fincas ganaderas sacan el estiércol y con agua, de una vez lo van aplicando.

**Dr. Roberto Forero:** Ana, en nuestros cursos de agricultura orgánica nosotros decimos que Dios hizo la vaca por la boñiga, y no por la leche, ¿estamos equivocados?.

**Dra. Ana Primavesi:** En muchos casos usted está en lo cierto.

**Dr. Roberto Forero:** Si sabemos que hay muchos granos en el mundo para alimentar el ganado y lo que nos han dicho de 5 hectáreas por esa vía de la alimentación del ser humano o 0.3 hectáreas para una persona, la diferencia es monumental. Pero si uno concibe este estiércol de la vaca para realizar con él, las necesidades de nutrición de la misma vaca, lo cual nos lleva a todo el tema del compostaje., ¿podría ser que se reconsidere que si debe estar una vaca presente en toda la agricultura orgánica?. Hay un punto adicional para terminar y es que hay maneras de hacer compost, en las cuales no se gasta trabajo de la familia, porque no hay que voltear para un lado y para el otro, porque todo el trabajo lo hacen los microorganismos y las lombrices, de manera que el agricultor trabaja muy poco tiempo, dado que son los microorganismos y las lombrices los que hacen todo este trabajo y ahí es donde adquiere mucho peso el estiércol de la vaca.

**Dra. Ana Primavesi:** En Alemania y en general en Europa, el estiércol de vaca es uno de los peores contaminantes y no saben que hacer con él. Allá no se siembra cultivos para el ganado, los compran de América Latina o de Asia, y vemos allá mega confinamientos con 50.000 bovinos en un mismo lugar, entonces no tienen donde colocar la boñiga y además la orina contamina el agua freática, haciéndola inutilizable. Entonces estiércol y orina de ganado para ellos en Europa es poco menos que una plaga, para nosotros aún es un beneficio.

**Dr. Carlos Ramírez:** Tenemos varias preguntas relacionadas con el concepto de maleza: las malezas que señalan la deficiencia o exceso de un mineral, ¿a su vez nos sirven para corregir esta misma deficiencia?. Un terreno abundante en un gran número de malezas de muchas especies, ¿indicaría que es un terreno equilibrado?. En agricultura orgánica se viene hablando que las malezas no son tan malezas, sino buenazas, ¿qué opina usted?. Si las malezas son indicadoras de deficiencias nutritivas, ¿qué piensa usted de la agricultura de sol y malezas?.

**Dra. Ana Primavesi:** Las malezas que corrigen deficiencias son benéficas, tenemos un ejemplo muy interesante con una planta que en Brasil llamamos “mio-mio”, *Bacharis coridifolia*, que está presente cuando hay deficiencia de molibdeno. Lo interesante es que si aparece poco, una quema la hace aumentar, pero si el terreno ya está invadido, al quemar, el molibdeno que esta planta ha fijado en su tejido vegetal, pasa al suelo, enriqueciéndolo y previniendo así la reaparición de esta planta. Por eso se dice que se mata a sí misma. Ahora, si usted tiene una gran diversidad de malezas, normalmente el terreno está bien, además cada cultivo causa unas determinadas malezas debido al agotamiento de uno u otro nutriente e indirectamente también está afectando determinadas poblaciones microbianas. Conocí un caso en una finca y yo nunca llegué a este punto, debo decirlo francamente, bueno, decía que en esta finca se producía semilla, el agrónomo me dijo que se había sembrado tomate y hacia unas 3 o 4 semanas se había realizado la cosecha, sin embargo uno de los trabajadores no compartía esta opinión, por el contrario, afirmaba que se había cosechado lechuga, a esto el agrónomo le decía que como era posible que dijera eso, si apenas había entrado a trabajar una semana antes y la cosecha fue hace 4 semanas, el trabajador respondió: “no señor, no es posible que aquí se hubiera sembrado tomate, porque las malezas que aparecen, son malezas provocadas por la lechuga”, se acudió al administrador y lo confirmó, sucedió que la semilla de tomate había llegado tarde y para no dejar el terreno vacío, tuvieron que sembrar lechuga. Entonces era simple observación del trabajador, eso no lo había leído en un libro, él lo aprendió observando el campo. En cuanto a la agricultura de sol

y malezas, creo que aquí tenemos sol de más, que es importante porque hace la fotosíntesis, si, pero este sol que ahora tenemos con toda esa luz ultravioleta que nos llega, no es tan benéfico, en muchos casos puede ser dañino, porque quema las hojas y especialmente si la hoja tiene algo de deficiencia en calcio, se quema completamente. Las malezas, claro, protegen el suelo y así contribuyen a mejorarlo, entonces depende del manejo que se haga porque este asunto del sol creo yo que es de clima templado y no del trópico, pero las malezas de cualquier manera recuperan, porque si tenemos un terreno completamente acabado, decaído, en el cual no crece nada, en el que no vale la pena sembrar nada, lo abandonamos y que ocurre: las plantas que llamábamos malezas, toman el control de este terreno y mejoran el suelo, entonces el mejoramiento del suelo es hecho por las que llamamos malezas o invasoras.

**Dra. Marina Sánchez:** Precisamente la historia a que hace referencia la doctora sobre el tomate y la lechuga, los agricultores del Cauca en donde se hace siembra permanente de yuca hasta que cuando se agota el suelo, se deja en descanso, entonces la pregunta es ¿hasta cuando se hace el descanso?, resulta que el agricultor tiene algunas señales y las señales son las malezas, la secuencia de malezas que se va dando en el terreno hasta cuando comienzan a aparecer algunas que él considera que son señales que el suelo ya está recuperado. Respecto a esto el CIAT y la Universidad Nacional en Palmira, han venido haciendo algunos trabajos con agricultores, donde la investigación es eso: hacer la secuencia desde que el lote se deja en descanso hasta que el agricultor dice que está listo para ser preparado para la siembra y de verdad que comienzan a aparecer unas especies indicadoras. Es una forma por una parte, de recoger todas esas observaciones de los agricultores desde su conocimiento, y sobre esto, se está haciendo una tesis de posgrado en suelos, donde se hacen los análisis físico-químico a esos suelos para corroborar esas indicaciones del agricultor, con lo que está pasando en el suelo. Entonces, es una forma de nosotros apropiarnos de ese conocimiento y tener esa herramienta a nuestro favor. Las malezas las estamos viendo desde el punto de vista de utilizarlas para el suelo, recordemos que cuando a ellas se les está dando ese calificativo de buenas, es porque también son importantes en la medida que son reguladoras de poblaciones de insectos, al servir como alojamiento y sustento para grandes poblaciones de benéficos. Tuve también la oportunidad de ver otra experiencia con un agricultor al norte del Cauca con siembra de yuca, su interés era micorrizar y así lo hizo en su cultivo de yuca, me invitó a ver su ensayo y al apreciar su cultivo, vi unas crotalarias muy hermosas y él como para disculparse por estar esas crotalarias dentro del cultivo, me dijo: “es que no he tenido tiempo de arrancarlas”, le pedí que por favor no lo fuera a hacer, sucedió que en la zona hubo un ataque supremamente fuerte de gusano cachón y él fue uno de los pocos que escapó a esta plaga, y la pregunta que me hizo era por qué se había salvado de la plaga, la respuesta era crotalaria, porque esta leguminosa además de todas esas ventajas como fijadora de nitrógeno, forrajera, también como trampa de nemátodos, es una gran albergadora de especies de control biológico. Apartándome un poco de estos comentarios, quisiera decir también que con agricultura orgánica en un momento dado podemos contaminar, tendríamos que ver el ciclo del nitrógeno, y si estamos aplicando un material orgánico rico en nitrógeno como lo es la boñiga, recordemos que el camino del nitrógeno es: o se nos pierde, se nos viene ese amonio que se volatiliza y va a la atmósfera y este amonio puede seguir el camino de óxido nítrico, y el otro camino son los nitratos que son supremamente móviles en el suelo, entonces un exceso de fertilización nitrogenada, además de lo que ocasiona a la planta, nos puede llevar a que contaminemos las fuentes de agua subterránea, con todos los problemas que de allí en adelante se originan.

**Participante 8:** Le agradecería que profundizara el concepto que la lluvia contiene agrotóxicos. Dra. Ana Primavesi: La lluvia tiene agrotóxicos. Le voy a contestar con un caso que sucedió en Brasil, se hizo un muestreo dentro de la selva virgen amazónica para determinar presencia de agrotóxicos y se encontró la presencia de estos agrotóxicos, entonces la pregunta era: ¿de donde estos agrotóxicos?, se demostró que en las aplicaciones normales se pierde más o menos hasta un 40% del líquido, y si la fumigación es aérea en un día caliente, se pierde hasta el 60%, simplemente se evapora, va a las nubes y después cae en cualquier sitio, entonces de esta manera, no hay un lugar que no tenga

agrotóxico, entonces la única cosa que nosotros podemos asegurar es que un cultivo fue sembrado sin agrotóxicos, pero no podemos decir si está exento de agrotóxicos.

**Dr. Carlos Ramírez:** Como comentario adicional sería decir que la Universidad Nacional sede Palmira hizo una publicación sobre lluvia ácida, es uno de los más importantes aportes que se han hecho a la literatura en este sentido, se consigue en los sitios de venta de Universidad Nacional, se llama “Lluvia Acida”.

**Dra. Marina Sánchez:** Habría otro comentario, es en torno a algo que nosotros no estamos viendo y es un concepto que se llama la contaminación difusa. Cuando estamos propendiendo por la agricultura ecológica, tenemos que hacerla nosotros pero tenemos que convencer al vecino para que la haga, porque de todas maneras en la medida que se aplican los productos, y recordemos la forma como se aplican que son normalmente formas de aerosol, donde cualquier corriente de aire hace que no se quede en la finca donde se aplica, sino que se difunde por el aire, conocí el caso de una agricultora en el Valle, su lote de frutales colindaba con una amplia zona de caña y comenzó a tener problemas por herbicidas, normalmente cuando se aplica un herbicida, él no conoce límites, mejor dicho, el herbicida no dice: “hasta aquí llego”, tienen amplia difusión que finalmente llega a la lluvia. Es que uno se queda aterrado, cuando se lee el caso de Chernobil, la planta nuclear ubicada en Ucrania y hasta donde llegó el efecto, hasta las manadas salvajes de renos en Francia, allí tuvieron que matar cantidades de animales y enterrarlos, porque la radiación en ellos era altísima, por eso, para todos esa frase de: “si tocas una flor, se estremece el Universo”, pues eso tiene su aplicación: cuando hay un sitio donde se está contaminando, la contaminación no está solamente allí, la contaminación nos está llegando, por eso creo que la parte de la agricultura biológica en la agricultura ecológica, no puede ser una alternativa de movimiento cerrado, tiene que ser por el contrario, un movimiento abierto y dar opciones para que la gente llegue, presentar situaciones de transición, todo lo que permita que realmente la gente llegue porque es que el problema es de todos.

**Dra. Ana Primavesi:** Otro caso es el del camarón, es una de las especies más contaminadas del mar y va en aumento, porque cada animal come otro y así se va acumulando, como también en el caso de las perdices, aves para caza y que están super contaminadas. Es justamente por el aumento biológico, la magnificación biológica es de más de 140.000 veces, y es debido a todos estos agrotóxicos.

**Dr. Carlos Ramírez:** Hay otra serie de preguntas relacionadas, son las siguientes: ¿cómo influye la luna en el análisis foliar?, ¿qué es más representativo: un análisis de suelos o un análisis foliar?, ¿qué modificaciones se proponen a los análisis de suelos actuales o a su interpretación?, Si los análisis de suelos y foliares no muestran las deficiencias orgánicas, ¿cuál sería la herramienta para detectar a tiempo estas deficiencias?, Si se determinan algunas deficiencias como por ejemplo calcio, molibdeno, potasio, manganeso, zinc, boro individual o conjuntamente, ¿usted que recomienda para corregir estas deficiencias?.

**Dra. Ana Primavesi:** De cualquier manera el análisis foliar nos indica mucho más que el análisis de suelo, porque cada planta absorbe de una manera diferente, entonces lo que yo quiero saber es si la planta consiguió lo suficiente y hay plantas que movilizan nutrientes como el fósforo que en el análisis no aparece mucho, más la planta tiene la habilidad, especialmente las leguminosas de movilizar fósforo. Entonces el análisis foliar es más confiable si: Está ajustado rigurosamente, pero ajustarlo no es fácil porque por ejemplo si queremos saber de maíz, tenemos que tomar siempre la misma hoja de arriba abajo, siempre en la misma dirección, si es de norte a sur o si es de este a oeste. Lo mismo ocurre en el caso de los árboles, si cogemos una hoja, por ejemplo la 1ª o la 2ª de la base del tronco, debe ser siempre de este mismo lugar, entonces no podemos coger la hoja de cualquier lugar e igualmente tener en cuenta que sea de la misma dirección: si es por el norte, entonces por el norte, si es por el sur entonces por el sur, no podemos mezclar las direcciones. La muestra se debe colocar en ½ hora en hielo seco o en una estufa a 65 °C para ser secada, esto implica que no se puede dejar la muestra 2 o 3 días en el carro y después la lleve al laboratorio, le entregan una información pero esto no tiene nada que ver con la realidad. Un asunto que puede ser un problema es que al hacer el análisis foliar se hace un análisis de todas las sustancias que están ya implantadas dentro de la hoja,

pero no sabemos que está circulando y que no está circulando. Un elemento puede estar bastante elevado dentro de la hoja, pero al estar circulando porque en una enzima no funcionó, se está acumulando, sin hacer nada para la nutrición de la planta. Otro asunto es que la lluvia puede lavar de la hoja todas las sustancias que están a medio camino, por ejemplo los aminoácidos pueden ser lavados, los azúcares de bajo peso pueden ser lavados, entonces todo lo que no está en su estado final puede ser lavado por la lluvia, no por una sola lluvia sino cuando es persistente, digamos durante una semana, es el caso del nitrógeno, sino está como proteína, puede ser lavado. En cuanto al análisis de suelos, en sí, el análisis de suelos depende de cada laboratorio, porque cada uno utiliza un tipo de extractores y el otro asunto es que debe haber una fiscalización muy rigurosa sobre la persona que hace el análisis y quiero ilustrar esto con una experiencia que tuve en Matogrosso, en el laboratorio no consiguieron hacer una curva de calibración para análisis de fósforo, no fue posible, entonces decidieron consultar a otros laboratorios del Brasil para ver como podían solucionar el problema de la curva de calibración, pero cada vez que en el laboratorio lo intentaban, estaban hablando y el resultado era nulo, hasta que alguien les dijo: "si ustedes cerraran sus bocas durante el análisis de fósforo, les saldría la curva", y así fue, cuando no hablaron más, la curva salió perfecta, porque se trabaja con cantidades muy pequeñas, normalmente con 3 mililitros de solución, entonces el problema se presenta con cualquier partícula de saliva que cae dentro, se altera completamente el contenido de fósforo, si es para potasio no hay problema. Si es análisis de nitrógeno, el asunto es dependiendo de la velocidad de reacción. Por todo esto es que digo que no es tan fácil hacer un análisis confiable y el otro problema es al trabajar con absorción atómica, que en esto no se pueden utilizar soluciones muy concentradas, entonces si por ejemplo en un suelo existe bastante fósforo o bastante potasio, hay que hacer diluciones, se debe diluir. Respecto a las determinaciones de materia orgánica, pues todo el mundo hace análisis de materia orgánica, entonces si se analiza esta materia orgánica con bicromato de potasio, realmente no estamos analizando la materia orgánica, se están analizando todas las sustancias oxidables, pero en un suelo anaerobio es oxidable el nitrógeno, el azufre, el calcio, el manganeso, es todo, porque sencillamente todo está en suelo reducido, entonces aquí tenemos un suelo que no tiene nada, empezando porque no tiene estructura y sin embargo da un valor elevado de materia orgánica, que realmente no existe, y si acudimos a la incineración, estamos quemando la materia orgánica e igualmente todos los carbonatos se volatilizan, que si estamos ante un suelo que es pobre en carbonatos, pues está bien, pero ¿qué pasa si es un suelo un poco más rico en carbonatos?, entonces este asunto de la materia orgánica y los nutrientes no es tan fácil, de modo que en todos estos análisis de suelos dependen mucho del control en los laboratorios, por ejemplo en mi laboratorio yo siempre tenía una persona responsable para cada determinación, entonces así yo sabía perfectamente en donde se originaba el error, porque si cada uno hace de todo un poco, no se puede controlar nada y así es cuando por ejemplo se dan resultados generales para por ejemplo tabaco o para soya y esto realmente no existe, porque ya lo había mencionado, cada variedad se comporta diferente. Hoy en día en Norteamérica y también en Brasil, la siembra de muchos cultivos se hace con dos variedades simultáneamente para justamente aumentar el espacio radicular, ¿porqué?, porque cada variedad tiene exigencias nutritivas y por tanto, puede penetrar el espacio radicular de la otra y sin embargo en los laboratorios no admiten que cada variedad tiene otro tipo de absorción, entonces vemos que este asunto de los análisis tiene mucho de empírico. Quiero contarles una experiencia que tuve: tenía una presencia de pulgones en unos árboles de mandarina, sabemos que la presencia del pulgón como plaga es por deficiencia de potasio y de calcio, entonces simplemente apliqué potasio y calcio y espere, pero extrañamente no pasó absolutamente nada y no comprendía lo que estaba pasando, realicé un análisis foliar y encontramos niveles altos de potasio y de calcio, sin embargo el efecto era cero, sencillamente no comprendía nada, entonces realicé una pulverización con boro y 6 días más tarde ya no habían más pulgones, la conclusión puede ser que ¿el boro mata al pulgón?, no, no es así, faltaba el boro para que el potasio y el calcio hicieran efecto. Entonces si hacemos un análisis para determinar 3 o 4 elementos, pero no sabemos en que nivel están los otros elementos, que además deben estar en la proporción correcta entre sí, no sabemos si vamos a obtener un efecto a

partir de una aplicación, un ejemplo es el caso del magnesio, ¿qué es lo que impide su eficiencia?, tenemos una deficiencia con este elemento y aplico magnesio para corregirla pero la deficiencia continúa, entonces es que algún otro elemento que trabaja con el magnesio y que debería estar, no está, al hacer el análisis contemplamos 5 elementos y si el elemento faltante no está considerado dentro de estos 5 elementos, pues es difícil decir la respuesta, sobre esto conocí el caso en Minas Gerais, allí en un parque había un fuerte ataque de termitas a los árboles, los encargados estaban prácticamente dispuestos a acabar con los árboles porque consideraban que con termitas no se podía hacer otra cosa, sin embargo colocaron 2 kilos por árbol de harina de rocas y se acabó el ataque, pero nadie sabía cual de todos los minerales era el que faltaba para que la termita atacara. Entonces sino desarrollamos un sistema un poco más holístico, si por ejemplo sólo consideramos el análisis foliar, pues la información tampoco será más confiable, por eso es muy bueno que ahora tengamos en cuenta las plantas invasoras como indicadores que algo está pasando y así nos pueden ayudar para controlar los síntomas que aparecen en la propia planta y ver que elementos están causando esto, trabajando con las proporciones entre elementos, por ejemplo si hay una correcta relación entre el potasio y el boro, o si el uno está elevado y el otro bajo, entonces la proporción va a ser mala. Entonces si trabajamos con proporciones llegamos un poco más lejos, en otras palabras, un poco más cerca de la realidad. Les cuento el caso de mi hijo cuando hizo su doctorado en nutrición en frijol: cuando trabajaba simplemente con los valores reales que tenía, no hacía absolutamente nada, pero cuando empezó a trabajar con proporciones considerando los otros elementos, ahí si obtuvo resultados, porque esto es lo importante. Mire, si en su cultivo tiene 1 o 2 deficiencias de un mineral, normalmente es porque están faltando esos minerales pero si tiene deficiencias de 3,4 o 5 minerales, normalmente es por anaerobiosis del suelo, quítese de la cabeza que esto lo puede corregir con un fertilizante foliar o con algo así, lo primero que debe hacer es mejorar las condiciones de aireamiento del suelo, entonces acuda al mulch o con materia orgánica, es la única manera de conseguirlo. Así que sobre los análisis se podría hablar muchos días, no es asunto fácil ni se resuelve rápido porque en esto entran muchos factores. Para la detección de deficiencias minerales visibles en las plantas, existe un libro muy bueno, es un libro alemán, no tiene información para plantas tropicales, solamente para plantas subtropicales y de zona templada, es fácil de entender porque contiene 940 fotos a color, se llama “Nutritional Disorders in Plants” de W. Bergman. Dra. Amanda de Lozano: Quería comentar que los laboratorios nacionales de suelos del país, están organizando una red para el control de calidad, desde hace 2 años se están distribuyendo muestras para este control de calidad. En los laboratorios del estado, están trabajando en mejorar su calidad y se dispone de muy buenas técnicas que permiten determinar niveles muy bajos, el problema es de intercalibración entre los laboratorios, este mejoramiento incluye los análisis foliares que creo son más difíciles que los de suelos, porque hay que conocer la planta porque el muestreo no es fácil y hay que conocer completamente los niveles adecuados para poder afirmar algo, pero se están haciendo serios esfuerzos para mejorar los análisis tanto de plantas como de suelos, incluso aquí en la Universidad Nacional en el Departamento de Química, nos están financiando un proyecto para estandarizar técnicas de análisis de plaguicidas donde se determinen niveles bien bajos de residualidad y en este momento ya se tiene con algunos frutales y con hortalizas, se comenzó con determinaciones de clorados y fosforados, les informo porque si piensan que tienen algún problema con esto, se les puede colaborar. Dr. Hernando Valencia: Ya que tocó el tema la Dra. Amanda, desde el punto de vista biológico existen plantas indicadoras y bioensayos para el caso de toxicidad residual. Es un comentario que quiero hacer, a veces no podemos utilizar inoculantes microbianos o hacer agricultura orgánica si lo vamos a realizar en suelos tóxicos. En el Departamento de Biología se han hecho ensayos con algas, especies como *Chlorella*, que sirven como indicadoras para determinar presencia de herbicidas, si el suelo no presenta este tipo de algas, pues definitivamente hay una gran toxicidad por herbicidas. Ahora queremos implementar estas técnicas de bioensayo, no solo para detectar residuos, sino para detectar agroquímicos en el suelo y en productos alimenticios.

## TERCER DÍA / Sobre la nutrición y la enfermedad en las plantas.

**Dra. Ana Primavesi:** Vemos un diagrama sobre la interrelación suelo-planta: la planta fija luz solar, recibe agua del suelo y gas carbónico que puede ser del suelo y/o del aire, es con estas primeras sustancias que ella comienza la metabolización, luego las sustancias ya formadas las manda a las hojas. En contrapartida, ella suministra al suelo las hojas, las cuales lo protegen, alimentan la vida, permiten la entrada de agua y de aire y la propia raíz alimenta la vida en su rizósfera, esta vida suministra antibióticos y moviliza nutrientes, de modo que hay un intenso intercambio entre la parte aérea y la raíz, pero si el suelo está compactado nada de esto funciona, entonces es esto, todo en la Naturaleza funciona en ciclos y si un único factor del ciclo es roto o no funciona, todo el resto se ve afectado, es la misma cosa que en una rueda de bicicleta, si un radio se rompe, la rueda no funciona más, porque toda está afectada. Entonces si en el suelo hay menos aire, la primera cosa que acontece es una desnitrificación, se está perdiendo violentamente nitrógeno, entonces un suelo compactado siempre tiene menos nitrógeno por causa de esta pérdida y va acumulando gas carbónico que hace aún más anaerobio el suelo, también aparecen deficiencias de potasio y de fósforo, de magnesio y de calcio, exactamente en esta secuencia. Si tenemos 2 o más deficiencias en una planta, debemos pensar que no es deficiencia, o mejor, es una “deficiencia” de aire. En la raíz de la planta hay excreciones y estas excreciones cambian porque ahora la respiración de la planta es fermentativa y no es aeróbica, produciendo en esta fermentación especialmente etanol que es un alcohol y cuando el etanol aparece en la rizósfera, podemos tener toda la certeza que van a haber animalitos que comen hojas, no gusanos pero sí escarabajos. Entonces la planta absorbe menos agua y lo peor es una planta así tiene menos acceso a los nutrientes, pero no es porque ahora hay menos nutrientes, ella pierde su nitrógeno y en lugar de nitrógeno, aparecen las formas reducidas de los nutrientes, por ejemplo el azufre es un nutriente cuando está en forma oxidada pero en forma reducida es tóxico y así los demás, el hierro es tóxico, el manganeso es tóxico, el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, que debería salir del suelo, no sale y se torna metano que es tóxico, entonces tenemos que antes lo que era nutriente ahora es tóxico y así la planta no puede utilizarlos más, es un problema muy grande, falta energía para la planta ya que el ATP que debería transportar la energía, no funciona más, entonces el crecimiento naturalmente es menor, además que hay plagas y la resistencia de la planta es muy baja. Se modifica todo, cambia todo, no es que solamente el suelo está compactado, no, es una modificación total en todo el ciclo. Vemos aquí como se crean las plagas y las enfermedades:

### El monocultivo

Falta de materia orgánica. La materia orgánica no protege porque sea un abono orgánico, es porque es el alimento de la vida. Entonces al faltar la materia orgánica, la vida no es más, está muerta y la poca vida que existe, normalmente después se torna parasitaria y en un suelo compactado, tanto más compactado, tanto menos bien nutrida está la planta.

**Exceso de abonos nitrogenados** lógicamente esto ocasiona falta de cobre y de ahí que aparezcan muchas enfermedades.

**Utilización de herbicidas desecantes**, como aquellos que especialmente inducen la podredumbre de la raíz, donde por ahí entran los hongos como en el caso del Roundup, perjudica especialmente la raíz, la abre, entonces los hongos que infectan también contribuyen a matar la planta, o sea, que hay un efecto además del Roundup. Los defensivos agrícolas tienen un efecto cada vez menor, porque cada defensivo es con base en algún mineral, y si por las aplicaciones, este mineral es frecuentemente utilizado, se genera un desbalance, por ejemplo con herbicidas que contienen magnesio, se puede tener un pH de 8.0 y en el suelo puede tener una enorme cantidad de calcio pero en la planta puede darse una deficiencia de calcio, lo que la predispone a otras enfermedades, y también hay problemas

para la síntesis de proteínas. Entonces todo este sistema con defensivos, con fertilizantes nitrogenados y herbicidas desecantes, son la razón de muchas enfermedades que aparecen en las plantas. Hicimos una vez una experiencia con cítricos en la cual verificamos que si no colocamos más defensivos, las enfermedades y las plagas disminuyeron de 11 a 2, porque estos problemas son secuela o efectos colaterales de los herbicidas, entonces aquí viene una pregunta sobre la vida del suelo, ¿para qué sirven los microorganismos, incluyendo los hongos?, agregando también los insectos, normalmente nosotros nos fijamos en los hongos o en los insectos cuando son parásitos, pero los hongos y los insectos no fueron creados para ser parásitos, fueron creados justamente para eliminar lo que está muerto, viejo, frágil o enfermo, prácticamente son como la policía sanitaria, ahora si una planta está débil y enferma, ellos la matan. Si hoy en día la gente insiste en comer plantas débiles y enfermas, es otro asunto porque si comemos lo que la Naturaleza no considera que es apto para la vida, estamos afectando nuestra propia salud, porque lo que podemos ver es que los microorganismos, los hongos y los insectos, no atacan una planta fuerte y en pleno vigor, porque ellos están programados con enzimas que actúan solo sobre una determinada estructura química, entonces si por el manejo que hacemos del cultivo, adicionamos menos de lo que esta estructura requiere, su enzima correspondiente ya no funciona más y aparece otra diferente, así que cada insecto, cada microbio está programado para determinadas sustancias y estas sustancias son aquellas que nunca están plenamente elaboradas, más bien son sustancias a medio camino para llegar a ser por ejemplo proteínas, grasas y azúcares de alto peso molecular porque cuando son de bajo peso molecular es cuando son atacadas y este programa es justamente químico, al final todo en el mundo es químico, y en la vida diaria utilizamos mucho procesos con microbios, los usamos para hacer queso, pan vinagre, es que los hongos producen antibióticos y las bacterias producen “jaleas” bacterianas para agregar el suelo, hay rizobios, hay bacterias que transforman los minerales, están las lactobacterias que en grandes cantidades viven en el suelo agrícola y consiguen absorber silicio, transforman el silicio, además de otras cosas, para que sean absorbidos como nutrientes. Hay una famosa teoría, la *trofobiosis* que dice que la vida está en función de la alimentación, el alimento hace al hombre y el alimento hace a la planta, entonces las enfermedades vegetales y también las enfermedades humanas justamente aparecen por deficiencias en la alimentación. En las comunidades indígenas encontramos afirmaciones como: “ si usted está enfermo es porque comió alimento enfermo, si el alimento está enfermo es porque la planta está enferma y si la planta está enferma es porque creció en suelo enfermo”, entonces todo empieza por el suelo, en nuestros países escuchamos críticas como que el Gobierno da poca plata para hospitales, para el sector salud, pero nadie le reclama al Gobierno que no le da atención al suelo agrícola que es donde está el origen de todas las enfermedades y este señor francés, Francis Chaboussou que es famoso porque investigó esto, escribió un libro demostrándolo: “*Las Plantas enfermas por los Pesticidas*”. Ahora a base de comprender que el ataque de parásitos es porque no existen factores aislados, tenemos un equilibrio exacto entre ácidos y base, ácidos son fósforo, azufre, cloro, nitrógeno nítrico y las base son potasio, calcio, magnesio y amonio, entonces por ejemplo si aumentamos la cantidad de amonio, automáticamente disminuimos la cantidad de los otros, porque debe haber una proporción entre unos y otros, unas cantidades determinadas, así mismo si aumentamos el nitrógeno nítrico, estamos bajando el fósforo y/o el azufre, entonces podemos inducir deficiencias por aumento de uno u otro, especialmente en el caso del amonio que es usado mucho en las fertilizaciones químicas de NPK, estamos bajando potasio, así que si disminuye el potasio estamos también disminuyendo la resistencia de las plantas porque el potasio es uno de los factores que contribuyen a la resistencia de las plantas, entonces debemos tener equilibrios entre nitrógeno y cobre, fósforo y zinc, potasio y boro, macro y micronutrientes, pero también entre macronutrientes hay equilibrios: fósforo y azufre, nitrógeno y potasio, y entre micronutrientes: hierro, cobre y cobalto. Sobre esto voy a contarles una historia muy interesante de estos micronutrientes: el hierro, el cobre y el cobalto tienen una relación de 500/10/1, sino tenemos este 1 de cobalto, los 500 de hierro no tienen ningún efecto. El asunto es que tenía un vecino con un niño prematuro, el cual creció muy bien hasta los 3 meses, luego no se movió más, no giraba la cabeza, sin embargo siguió creciendo y los pediatras

consideraban que era un caso de anemia que se controlaba con hierro, pero el problema era que cada vez que le suministraban hierro, era una catástrofe, ante lo cual le decían al padre que tenía que esperar a que creciera más, pero el bebé ya tenía 8 meses y no se movía, ya ni brazos, ni piernas, ni la cabeza, simplemente permanecía acostado, entonces a mi vecino le pregunté: “¿qué es lo que está esperando?, ¿hasta que el niño sea un retardado mental?, porque si el asunto es de una anemia pues toda la vida su cerebro va a estar mal oxigenado y si esto sucede, el niño será un retardado mental”, pero él no sabía que hacer, los especialistas insistían con hierro, pero el bebé no mejoraba, yo también insistí, le dije: “yo no soy pediatra, no entiendo nada de niños, pero si se tratara de un ternero y de esto entiendo algo, yo le daría cobalto, porque cuando falta este cobalto, el hierro no tiene ningún efecto”, bueno, le suministraron cobalto y el niño empezó a cambiar, termino diciendo que hoy en día, es un estudiante normal de medicina. Lo que le faltaba era justamente cobalto, y era muy poco, pero era esencial porque deben estar en equilibrio, si no hay este equilibrio, no se hace nada. Aquí vemos una lista de pesticidas que inducen deficiencias, porque son a base de algún mineral y si se presenta un exceso de esta base mineral, induce deficiencias y las deficiencias inducen plagas y enfermedades, es como un efecto avalancha, cada vez producimos más y más enfermedades. Las compañías que producen los agroquímicos están perfectamente informadas sobre esto, así por ejemplo es que recomiendan una fertilización tipo calendario, porque saben cuales son las deficiencias y cuales son las plagas que van a desencadenar ese defensivo, por eso es que una vez que se entra a este sistema, es difícil de salir. Aquí apreciamos algunos excesos, por lo tanto automáticamente estos entran en deficiencia, porque cada exceso de un elemento produce la deficiencia de otros, por ejemplo si tenemos un exceso de potasio entonces va a faltar boro. Ayer les comentaba el caso de los cítricos atacados por pulgón, este insecto permanecía justamente en cuanto se mantenía el desequilibrio entre potasio y boro, pero cuando se colocaba boro se restablecía el equilibrio con el potasio y por lo tanto, éste funcionaba. Entonces, si un elemento que está en la hoja no funciona es a causa de otro que está en niveles bajos y las curvas de calibración que hacen de los nutrientes es justamente eso: cuando un nutriente pasa a ser deficiente, por ejemplo si tenemos fósforo, se necesita zinc, si estamos en un cultivo de tomate donde falte zinc, es como si hubiera pasado una plancha, la planta es como amasada, no crece, si la deficiencia es de boro el tallo permanece bajo, el brote que debía crecer más, no lo hace pero las hojas de afuera se levantan. Igual comportamiento se presenta en cultivos como mango y café, y es aún más impresionante cuando la deficiencia es de zinc, normalmente esto se puede contrarrestar con un fertilizante foliar que contenga zinc. Participante 1: ¿Las deficiencias aparecen en el suelo o en la planta? Dra. Ana Primavesi: Aparece en la planta pero en el suelo tiene que haber desequilibrio. Aquí vemos un esquema de cómo funciona un ataque de una enfermedad o de un parásito, esto es esquemático, son mucho más los procesos químicos que se presentan antes de formar el precursor de proteína pero lo presento así para visualizar. Vemos que hay glucosa, esta glucosa sufre muchos procesos químicos antes de formar por ejemplo proteína, por sí solo ocurre cada proceso químico pero así demanda mucho tiempo para que se complete, entonces para agilizar este proceso necesitamos las enzimas que son nada más que catalizadores, pero las enzimas no funcionan si no son activadas por un mineral y entonces aquí está el problema, porque la mayor parte de los nutrientes, a los que normalmente nos referimos como nutrientes, no lo son, trabajan en la planta como catalizadores, como transportadores, nutrientes verdaderamente son dos: el nitrógeno y el azufre, así tenemos que el potasio no es nutriente, es un catalizador, se necesita un mineral para activar esta enzima y el proceso toma 2 o 3 minutos, no es en 3 horas, pero si se presenta una enzima que no tiene su catalizador, el proceso simplemente no se realiza y además, ninguna de las otras enzimas puede actuar en esta reacción, entonces ¿qué ocurre?, que se forma un tipo de barrera química por la falta de ese activador, de ese mineral y esta sustancia semi-elaborada va a circular por la savia y cada vez en mayor cantidad, así que esta sustancia prácticamente llama al parásito con el olor, es que la plaga no aparece porque hayamos sembrado tomate o arroz, aparece por la química y el olor que exhala esta sustancia semi-fabricada. Tuve un caso de un agricultor de crisantemos que me decía que no podía controlar el problema de la roya, su problema era grave porque además de la presencia del hongo en

las hojas, los botones no abrían y había gastado mucho dinero tratando de controlar este asunto, estudié el caso y llegué a la conclusión que podía ser yodo, bueno yo no llegué a la conclusión, estudié varias publicaciones y encontré que esta enfermedad se puede presentar en flores por deficiencia de yodo. Le dije al floricultor: “usted ya perdió 5 invernaderos de flores, si hace este experimento con yodo, la situación puede cambiar”, entonces el colocó 5 gramos de yodo por cada irrigador teniendo como resultado que en ninguna de las hojas nuevas que se formaron, había presencia de roya, estaban sanas, sus vecinos le preguntaban: “¿es que el yodo mata a la roya?”, no, no se trata de esa idea loca de siempre matar, lo que el yodo hace es de comportarse como activador enzimático para que la enzima a su vez, contribuya a formar sustancias completas hasta las proteínas, aquí está el asunto, el yodo no mata nada, simplemente permite la acción de esta enzima en particular, entonces por favor, esto no se trata siempre de matar, matar es algo que le pertenece más a la agricultura convencional donde se trabaja sobre los síntomas y nosotros lo que hacemos es atacar las causas. Cuando los insectos invaden los cultivos, *ellos vienen como mensajeros del cielo para avisarnos que nuestro suelo está enfermo*, sobre esto tenemos información de Australia: si les aparece una plaga o una enfermedad lo primero que preguntan no es que agrotóxico van aplicar, lo que preguntan es ¿qué hice mal en el suelo?, entonces lo que sigue es un análisis completo de todas las condiciones del suelo para ver que fue lo que pasó allí para que se presentara un ataque de parásitos, sin embargo también ellos colocan un agrotóxico porque no quieren perder la cosecha, pero en este país no es solamente un asunto de aplicar venenos, por ejemplo con la intensidad que se hace en la floricultura, que cada día es un veneno, no ellos lo hacen cuando pasó algo imprevisto porque intentan hacer una agricultura de tal manera que no se enferme el suelo y la planta esté saludable. Los parásitos solo atacan plantas enfermas, así que debemos creer que solamente la planta está enferma cuando la ataca un parásito, pero el parásito no es lo que hace enfermar a la planta, él llega cuando detecta una planta enferma, la enfermedad no es causada por el parásito, éste es apenas una señal secundaria, ayer les mostraba unas semillas de maní con deficiencias de calcio, ahí es cuando entra el hongo y coloniza las semillas, pero la cavidad que está allá dentro donde se desarrolla el hongo, es primaria y no es formada por el hongo. Así que suelo sano, planta sana, hombre sano, y hacia un futuro no muy lejano, el valor biológico de las plantas será determinante. Vemos acá una lista de parásitos y la razón por la cual aparecen: *Abejorro serrador*: es falta de magnesio, por ejemplo en frutales como mango, aparece tanto esta plaga en las regiones frutícolas que la gente no cree que con aplicaciones de magnesio se controle, pero al comprobar la deficiencia y aplicar magnesio a los árboles, se acaba el problema. *Antracnosis en frijol*: es falta de calcio, algo que sencillamente se controla colocando harina de conchas a lo largo del surco, aunque es un calcio menos soluble, la antracnosis no se presenta. *La babosa* es muy frecuente en la soya al igual que en cultivos que se trabajan en siembra directa, en esta forma es que se vuelve una plaga fuerte porque su control es difícil en el sistema de siembra directa, y no solamente la babosa, otras plagas se protegen debajo del mulch o del tamo y allá no les llega el agrotóxico, pero volviendo a la babosa lo podemos resolver así: rotar con avena, especialmente con la llamada “avena negra” que tiene unas hojas muy peludas y que la babosa no consigue comer, así se exponen, pero además el cultivo y ya no solamente la avena negra, se fertiliza con una solución de 1.5 a 2.0 % de sulfato de cobre, así se resuelve el problema. Hay insectos del suelo que atacan los cultivos cuando en ellos hay deficiencias de cobre o de zinc, por ejemplo en arroz con una aplicación de 2.5 kilos/ha de cobre es suficiente para no tener problemas. En el maíz recién germinado puede haber una mortandad de hasta el 20% de plántulas recién nacidas, pero la plaga se presenta en plántulas que nacieron de semillas deficientes en zinc, ahora como no podemos hacer análisis químico cada vez que sembramos porque el análisis conlleva 3 o 4 semanas, si podemos fertilizar las semillas con una solución de 0.03 % de zinc, o sea, 100 gramos en 3 litros de agua, lo cual es suficiente para que la plantita no sea atacada y que al no tener una buena cantidad de raicillas, no puede conseguir del suelo el zinc indispensable. Esto se puede hacer preventivamente, si tiene zinc en el suelo, pues está bien y si no lo tiene, una solución del 0.03% no es perjudicial. *La hormiga cortadera* solo corta hojas donde está el molibdeno o el azufre por la falta del nitrógeno nítrico, porque ella no corta hojas

que consiguieron formar proteínas, no olvidemos que de 4 aminoácidos, 3 son con base en nitrógeno y uno con base en azufre, entonces si este aminoácido no funciona por la falta de azufre, pues no se forma la proteína. Tampoco se forma si el molibdeno o el nitrógeno nítrico falta que es lo más común en los suelos anaerobios. Es interesante el comportamiento de las hormigas: primero cortan algunas hojas y la información se la transmite al hormiguero para que las “jardineras” realicen su examen, y es lo que ellas “digan”, si las hojas están buenas, siguen cortando, pero si dicen que no, entonces estas hojas no sirven y van a otra planta, porque ningún hongo ni ningún microorganismo tienen enzimas para descomponer proteínas vegetales, si la planta muere son las propias enzimas dentro de la planta las que hacen la primera descomposición de proteínas porque no hay microorganismo que descomponga, de igual manera estos hongos que las hormigas cultivan, no tienen enzimas para las proteínas, por eso no aceptan hojas que contengan proteínas. El *gusano rosado del algodón*, se presenta normalmente por deficiencia de molibdeno y en muchos casos asociado a deficiencia de fósforo. El *gusano del maíz* aquél que entra por el capullo de la planta, siempre es por una deficiencia de boro. Por ejemplo en mi finca es suficiente con 3.5 a 5.0 kilos/ha, pero en otros predios se necesitan 8.0 kilos/ha en suelos un poco más arenosos. Todos mis vecinos tienen sus campos llenos con esta plaga, inclusive algunos ya no siembran maíz porque la plaga infestó toda la región, yo no tengo porque simplemente abono con un poco de boro, la planta tiene lo que necesita y el gusano no consigue comer más el maíz.

Otros ejemplos: *roya del café*, es falta de cobre. *Roya en trigo* es siempre boro y cobre. Aquí hay una lista de enfermedades que se presentan cuando hay exceso de nitrógeno proveniente del fertilizante químico, este trabajo fue realizado por un investigador alemán de apellido Bergman, no voy a enumerarlas porque tenemos poco tiempo pero vemos que son los hongos que atacan los cultivos cuando hay exceso de nitrógeno. Otro mecanismo de indicación es a través de las “malezas”, podemos saber que está faltando por la presencia de determinadas malezas, porque cada maleza indica alguna cosa en el suelo, les menciono algunos ejemplos: La lecherita, *Euphorbia hirta*, nos indica falta de molibdeno, podemos eliminar la lecherita en el cultivo pero la falta de molibdeno continúa. Una planta que en Brasil llamamos carrapicho de carneiro, *Acanthospermum hispidum* nos indica que falta calcio, es una planta que aparece principalmente en cultivos de frijol y aunque el análisis no diga que necesito calcio, yo lo coloco porque sé que está faltando, sino fuera así, esta plantita no podría aparecer. La amapola, *Papaver rhoeas*, que aquí en Colombia es un asunto complicado, nos indica exceso de calcio, en Brasil es muy común. La lengua de vaca, *Rumex crispus*, nos indica exceso de nitrógeno orgánico de origen animal. Esto es impresionante porque nos indica que exactamente es de origen animal, si el exceso de nitrógeno fuera de origen vegetal la planta que nos lo indica es una quenopodiacea la *Quenopodium album* y si la presencia es de ortiga, *Urtica urens*, nos está indicando que el exceso de nitrógeno es de origen químico y entonces aquí ya sabemos perfectamente que es lo que está ocurriendo. La escoba, *Sida spp.*, nos indica la presencia de capitas duras a nivel subsuperficial. La hierba lanceta, *Solidago sp.*, nos indica un pH de 4.5. En el caso del pasto Sapé el pH que nos está indicando es de 4.0. La artemisa, *Artemisia vulgaris*, nos indica un pH de 8. El cadillo, *Cenchrus equinatus*, también nos indica un suelo compactado. Hay pasturas como *Imperata exaltata*, parecido al guayacana en Colombia, que son un producto típico del fuego y cuanto más se quema el terreno, más aparecen. En estas condiciones de “manejo” lo primero que entra como deficiencia es el fósforo y el calcio, entonces es sencillo, para eliminar este tipo de pasturas que no la come el ganado y que invaden los potreros hay que añadir fósforo y calcio y sobre todo, no quemar más y en un par de años se acaba el problema. Así podemos saber mucho de nuestro suelo, no traje más diapositivas porque no se los nombres en español y tampoco se lo que existe aquí y lo que no existe, tenemos que empezar a observar y a hacer nuestra propia lista de plantas invasoras que las llamamos malezas, pero que son simplemente invasoras de los cultivos que están registrando algo que sucede en el suelo.

## **Sobre el valor biológico de los alimentos.**

Este tema del valor biológico de los alimentos se ha vuelto un problema porque si el alimento proviene de cultivos en suelos compactados y con deficiencias minerales, el alimento tiene un valor biológico inferior porque no consiguió formar sustancias hasta el fin, simplemente llegó hasta la mitad del camino, si por ejemplo usamos la bromatología para análisis de aminoácidos y liberalmente llamamos a estos aminoácidos como proteínas, es lo mismo que si tenemos ladrillos no podemos decir que tenemos una habitación, entonces es la misma cosa, los aminoácidos no son proteína, son las partes que se juntan para hacer las proteínas, falta un camino adicional para llegar a la proteína. Por ejemplo vemos un azúcar simple, este tipo de azúcar no es un azúcar de un alto peso molecular, muchas veces estas moléculas de azúcar simple ni siquiera consiguen nutrir bien a la raíz, esto es un problema porque podemos pensar que la planta va a producir, porque la Naturaleza siempre intenta mantener o continuar la vida, pero nos estamos alimentando con alimentos de absolutamente bajo valor biológico. Si la planta está saludable, el valor biológico es elevado, si es atacada por un parásito el valor biológico no es elevado, esto también depende de la aptitud genética de la planta para formar las sustancias, vamos a ver esto con las fotografías kyrlian y vale la pena mencionar el caso de Kuala Lumpur, la capital de Malasia donde se hace control de los alimentos que entran por medio de la fotografía kyrlian para así determinar su valor biológico, si la fotografía kyrlian no es satisfactoria, informan de esto al agricultor para advertirle que algo no está bien en su suelo, no permiten darle a la población un alimento de bajo valor biológico porque allá hay muy poca tierra y mucha población. Conocí el caso de una familia de 11 hijos que todos fueron criados en 1 hectárea de tierra, pero además allí vivían con los abuelos y otro pariente del papá, en total eran 16 o 17 personas, era impresionante en una sola hectárea, me van a decir que pobreza..., no pues todos los 11 hijos terminaron el colegio, 3 hicieron la universidad: uno se graduó como ingeniero, otro médico y el otro no sé, de estos, 2 hicieron estudios de posgrado, todos eran perfectamente sanos y con toda la fuerza espiritual para estudiar. Según conocí, solamente comían 800 calorías/día, pero si estas calorías son de un alimento integral, es alimento suficiente para mantener la salud de la persona y no solamente la salud sino también su potencial intelectual.

Podemos ver que la alimentación del futuro depende de este tipo de cosas, ¿porqué el norteamericano tiene que comer de 4000 a 6000 cal/día y está mal nutrido?, bien gordo, claro porque está superalimentado, pero la nutrición no es muy buena porque entre otras tiene los nervios atacados, tienen las mil y una enfermedades, no funcionan bien, entonces no es la cantidad y si uno se imagina una persona que necesita solamente 800 cal/día y no de 3000 a 4000 cal/día, esa persona va a necesitar una quinta parte del dinero que gasta hoy en su alimentación, así que la plata no va a faltar. Para el agricultor es más barato producir un alimento sano que un alimento enfermo, porque no gasta en pesticidas. Y para el hombre pobre no va a haber más hambre porque va a consumir un alimento más integral por muy poco dinero, así que nuestro problema aquí es hacer que la tierra produzca para mantener a la humanidad, si necesitamos menos áreas de siembra vamos a reforestar áreas que ahora son agrícolas, si reforestamos tenemos menos viento y así el área es más productiva, en casos extremos hasta 5 veces más, vemos que con esta perspectiva todavía tenemos sitio para mucha gente, sin problemas de sobrepoblación, no tiene que haber hambre o desempleo y podemos tener una vida bastante diferente, pero fijémonos aquí que todo está basado en la salud del suelo.

La nutrición perfecta de la planta también depende de la variedad que corresponda al suelo y al clima, ahí está el gran problema porque es el caso que la mayoría de las semillas para agricultura y floricultura, vienen de Europa, principalmente de Holanda, de Italia o de Norteamérica, por lo tanto no son variedades adaptadas. Por eso buscamos la regionalización de la alimentación, que cada región siembre las variedades más adaptadas a ella y la canasta básica se formaría de estos alimentos, ahora si la persona tiene más dinero puede comprar otras cosas, pero si no lo tiene puede saciar su hambre con plantas de la región. No se como funcione aquí en Colombia, les hablo del caso en el sur del Brasil, se siembra trigo y comen pan blanco, pero antiguamente en Sao Paulo se hacía una polenta de maíz que se comía en lugar de pan, en el nordeste tienen el “chonque” (ñame), que se corta en rodajas y se

come en lugar del pan y en el norte también reemplazan el pan con tortillas hechas de harina de yuca, es que se trata de alimentarnos con lo que crece en la región, antiguamente en el Amazonas la nutrición estaba basada además de la yuca, en el azai que es el fruto de una palmera, rico en vitaminas, minerales y proteínas, pero hoy en día el azai se exporta para hacer helados hacia Norteamérica, Europa y la población se ha quedado solamente con la harina de yuca que no es suficiente, padeciendo desnutrición. Lo que me parece peor es que en los supermercados en el mundo entero, se venden por lo menos 15 productos básicos pero no se venden los productos de la región, por ejemplo en la Amazonía, en Manaos vamos a un supermercado, no se encuentra yuca sino papa, pero la papa no crece allá, se siembra en el sur y se transporta 3000 kilómetros hasta Manaos, a precios exorbitantes al alcance de poca gente y es que la yuca no crece más porque no se cultiva, y la gente está con hambre y no porque no exista el alimento, sino porque no se cultiva, entonces ¿qué es lo que estamos buscando?, no sé como es aquí en Colombia pero cada uno, cada región debe decidir que es lo que más fácil crece en su región para constituir la alimentación básica. Un segundo punto muy importante es sobre la agregación del suelo, si entra aire y agua y además hay suficiente materia orgánica para alimentar la vida del suelo, la producción va a ser buena, así que si tenemos tamo, rastrojo, abonos verdes, compost, pulpa de café, bagazo de caña o de cualquier cultivo como banano, naranja, en fin lo que haya a mano, porque lo básico es la materia orgánica. Si usted es un agricultor convencional y trabaja con fertilizantes químicos, de todas maneras necesita aire y agua en el suelo, en el enfoque orgánico se trabaja precisamente para la animación de la vida y no exclusivamente por los nutrientes que aporta la materia orgánica, esos nutrientes son un regalo adicional, pero no es lo básico. Vemos en esta imagen el desarrollo muy bueno de la raíz, algo que es imprescindible en el trópico, esto se debe tanto a la agregación del suelo como al boro. Es importante recalcar que el desarrollo radicular depende del boro, claro también de la suficiente agua y aire y de los nutrientes en la proporción correcta, esto excluye prácticamente la fertilización química, porque si colocamos un fertilizante químico, la proporción no es la correcta, queda un exceso de NPK y el resto están deficientes, entonces lo que tenemos que hacer es movilizar la vida, las bacterias, los hongos, los insectos, para así movilizar los nutrientes en la proporción correcta que la planta necesita. En los trópicos debemos proteger los suelos contra el calor y la lluvia, aunque en regiones donde la precipitación está entre 200 y 300 mms probablemente no hace falta protección contra la lluvia. En cuanto el calor, a mayor altitud es menor el calor y la protección debe ser bien calculada porque sino se tiene un suelo muy frío donde no nace ni crece nada. Así que con los Andes peruanos o bolivianos tenemos una diferencia muy grande, allí no se puede ir simplemente con la receta del suelo tropical porque la altitud es determinante, entonces hay que mirar si es posible hacer un mulch, si por ejemplo se dispone de material oscuro, de cualquier manera uno tiene que ensuciarse las manos y tocar el suelo para sentir su temperatura, esto es muy importante, hay es que calcular porque de un lado hay que impedir que se pierda el agua sin evitar el calentamiento del suelo. Aquí necesitamos una vida diversificada que a su vez depende de una vegetación diversificada, por eso no podemos trabajar con monocultivos, por ejemplo en la Amazonía cada especie máximo se repite 3 veces por hectárea, justamente por la diversidad biológica porque cuanto más plantas diversas crezcan en el terreno, tanto mejor es el aprovechamiento del suelo, 3, 4 o 5 plantas de especies diferentes pueden vivir en un mismo lugar, pero si es una sola especie no se tiene esta posibilidad. Así que de repente tenemos 5 veces menos suelo y se puede producir menos y aquí está el gran problema, por eso justamente se está comenzando a mezclar variedades para conseguir un mejor enraizamiento en el suelo. Un asunto complicado al que nos enfrentamos son los análisis químicos y bromatológicos, porque hasta protamina y asparagina se han considerado proteínas, y no son los aminoácidos más primitivos, hasta el propio hombre es capaz de formarlos, pero están muy lejos de ser cualquier proteína. Retomando el tema que venía hablando sobre desbalances nutricionales, si en la planta hay exceso de nitrógeno y deficiencia de cobre, ocasiona que las mujeres tengan hijos parapléjicos, en el caso que sea un exceso de fósforo y una deficiencia de zinc, el hijo nace mentalmente retrasado, si se trata de un exceso de calcio y una deficiencia de manganeso, el niño nace deforme. Esto ya está comprobado, pero tal vez

haya mucho más y lo que nosotros llamamos genético, es simplemente que una persona necesita más o menos de un determinado mineral, les comento el caso de mi hija que tenía el arco dental muy estrecho y todo el mundo decía que eso era genético porque lo mismo se presentaba en otros miembros de la familia, mi concepto es que puede ser genético porque lo genético es un código que determina como se forma una persona, el gen no es una bacteria o alguna cosa por el estilo, el gen es simplemente un código, un tipo de ácido que determina que esta persona va a necesitar más fósforo o más calcio o más cobre para su salud, esto así si puede ser genético porque todas las enfermedades que aparecen por estas deficiencias genéticamente reguladas, son simplemente a consecuencia de lo genético, pero bueno, voy a continuar la historia. Yo pensé, “genético” es que ella necesita más minerales, pero no el arco dental, este se deformó porque había el requerimiento del mineral que no se recibió, entonces a ella se le hizo un tratamiento con un complejo mineral y un año después el arco era completamente normal, antes solo tenía lugar para 3 incisivos y después tenía una dentición normal con 4 incisivos y aún había más espacio, entonces “genético” es que simplemente uno necesita más, por ejemplo si cambia de carro puede necesitar más o menos aceite para el motor, no todos son iguales. Para el caso de zinc, conocí un experimento impresionante que se hizo en China en una escuela de niños con retraso mental, a los cuales se les empezó a suministrar zinc, como resultado 1500 niños de la escuela se recuperaron y pasaron posteriormente a otras escuelas. En Sao Paulo en una institución de matemáticas, cuando un niño no está dando un buen rendimiento le recomiendan un complejo mineral y se ve el cambio, es que el zinc contribuye a la descarga del gas carbónico que la oligotropina recoge cuando pasa por el cuerpo, pero si no hay suficiente zinc la “basura” que se debe descargar permanece parcialmente retenida y al no salir, pues no puede entrar el oxígeno porque solo hay lugar para uno o para otro, como resultado el cerebro queda mal oxigenado, entonces cuando un niño empieza a trabajar mentalmente, aumenta desproporcionalmente el gas carbónico en el cerebro y en toda la sangre y el niño no puede continuar racionalizando, pero cuando se elimina este obstáculo, el niño de nuevo es normal, así que no es un retraso mental genético sino la necesidad de un mineral, el zinc. Alguna vez me preguntaron si se podía determinar una relación entre la violencia urbana y la decadencia del suelo, en principio si porque si el suelo y la planta están enfermos, el valor biológico de los alimentos es bajo y entonces así el cuerpo no va a tener una salud óptima, porque solamente en un cuerpo sano reside una alma sana. Tal vez allá en Norteamérica, las almas ya no están sanas, una vez estuve en Estados Unidos un día de las brujas, en este país existe la costumbre de que los niños cogen una varita y golpean a los adultos, les dicen algo y el adulto les da dulces, pero se comenzó a utilizar un bastón en lugar de una varita y golpeaban a la gente y herían a las personas, entonces la respuesta fue que los adultos envenenaban los dulces que les daban a los niños. Sinceramente creo que en América Latina a nadie se le habría ocurrido hacer algo así, tal vez la reacción normal es quedarse en la casa para no ser molestados, pero allá no, salían a la calle expresamente para envenenar a los niños, esto significa que el alma ya no está sana si se hace una cosa de estas, es que los niños, la juventud es el futuro y ellos ya no ven un futuro, no consiguen pensar hasta allá. A partir de lo enunciado es que llegamos a la conclusión de que es lo que está faltando, lo corregimos preparando una solución nutritiva y se va adicionando u omitiendo, según lo que se quiera, aquí vemos que el hierro es muy bajo y apreciamos que el aura de esta planta de arroz es muy diferente de esta otra donde el hierro está en su cantidad justa y el aura es normal. Pero en este otro caso había demasiado hierro que resultaba tóxico y el aura es completamente diferente, por esto podemos determinar que es lo que está faltando. Desafortunadamente para especies monocotiledóneas como el arroz se utilizó una solución muy buena, preparada en la Universidad de Piracicaba, pero para las especies dicotiledóneas no disponíamos de una solución apropiada. Aquí vemos un maíz convencional manejado con fertilizante químico que presentó problemas de helmintosporiosis y de Spodoptera, fue tratado 4 veces con pesticidas y podemos ver que el aura no tiene ninguna forma, está perdiendo energía a chorros, aquí abajo esto indica una deficiencia de calcio. En este maíz colocamos compost más EM (microorganismos eficientes) y apreciamos un aura normal. En este otro maíz se utilizó solamente compost y el aura no es completamente normal, no está enferma como la primera, pero no

está normal, aquí está el asunto, se siembra una variedad que no está adaptada al suelo, muchas veces es un híbrido, entonces no basta la materia orgánica que uno pueda aplicar, así que no podemos pensar que si no se aplica compost la planta no va a estar bien de salud, puede ser como puede no ser, si ella encuentra todo lo que necesita pues no hay problema, pero también ocurre que no es así. Si esta misma planta hubiera sido “criada” para su suelo, para su clima, la materia orgánica sería suficiente, pero si esta planta viene de otras regiones puede ser que produzca bien o que no produzca, pues depende si la materia orgánica es capaz de suministrar todo lo que ella necesita.

### **Sobre los EM, los microorganismos eficientes.**

Los EM son los llamados microorganismos eficientes, es una mezcla de bacterias activadas con melaza, estos se colocan en cantidades muy pequeñas sobre el suelo, sobre el compost o sobre cualquier tipo de materia orgánica o también en aplicación foliar, yo los utilizo sobre las hojas con muy buenos resultados, por ejemplo en fríjol utilizo 200 ml en 1 litro de agua adicionándole molibdeno al 0.004 % y con esto aumento mi cosecha entre un 80 y un 85 %, si coloco solamente EM el aumento es solo del 20% y con solo molibdeno es del 14%, por un lado el molibdeno aumenta la cantidad de vainas y por lo tanto de granos y el EM aumenta la proteína, entonces al combinar los dos factores se multiplica, no se suma, se multiplica y esto explica un aumento tan grande. El EM usted lo compra y después lo va reactivando con melaza. Participante 2: Doctora, ¿el EM que usted utiliza es el 1, el 2, el 3 o el 4?

**Dra. Ana Primavesi:** Es el 4, lo que sucede es que se hace una mezcla de lactobacter al 80%, 10% de actinomicetes, 5% de levaduras y el resto son bacterias que viven en el suelo del bosque, por todo pueden haber unas 40 a 50 bacterias diferentes. Ahora lo importante es que las lactobacterias, que no sé si fueron descubiertas en Holanda o en Alemania, son bacterias capaces de absorber silicio y además producir fósforo, entonces ellas no solamente digieren mucha materia orgánica por ser zimogénicas, sino que también realizan la transformación de un elemento a otro, esto lo descubrió un francés hace unos 35 años y poco a poco se ha venido descubriendo las bacterias que son capaces de hacerlo. Como el EM aumenta el metabolismo de la planta y si el suelo está más o menos en buen estado, la planta produce mucho más, pero si el suelo no está en buenas condiciones la cosecha declina, porque en estas condiciones la planta simplemente bombea agua, es como el efecto desecante del 2,4 D que también tiene un mecanismo hormonal de aumento del metabolismo, pero la planta no tiene que bombear, solo bombea agua.

**David Abuchar:** Quien tenga interés en el EM se consigue en Fundases. Actualmente solo se está produciendo el EM1 que es una mezcla del 2, 3 y el 4, lo que pasa es que antiguamente el 4 era todo.

**Dra. Ana Primavesi:** Especialmente el 4...Por mililitro de EM uno debe tener 14 kilos de materia orgánica en el suelo, al igual que con *Cytophagas*, pero si uno tiene eso, ellas se comen todo lo que hay en el suelo, hasta las otras bacterias, entonces el efecto ya es negativo. Yo nunca he aplicado más de 1.2 litros/ha disuelto en 220 litros de agua. Si se tiene menos materia orgánica el suelo comienza a compactarse, no en el primer año que es una belleza, hay agregación, aparecen las lombrices, todo va bien, pero en el segundo año empiezan los problemas, porque estas son bacterias zimógenas, de fermentación violenta, por lo tanto necesitan algo para fermentar. En mi experiencia lo máximo que se puede usar son 10 litros/ha, hay gente que utiliza más pero eso no tiene sentido, son personas que por costumbre le echan algo al suelo cada semana, pero de esto no se trata, lo máximo es 10 litros/ha una vez al año, si lo quiere aplicar 1,2,3, 4 veces, bueno yo nunca uso tanto. Bueno, este producto también hace que broten todas las malezas, pero uno las guadaña y por un tiempo, pues no hay malezas. Yo creo que la mejor aplicación es la foliar, allí se puede combinar con los elementos que se encuentran deficientes, en época de verano, por ejemplo en enero y febrero cuando se siembra el fríjol, lo que más falta es el zinc, en la primavera hace más falta el molibdeno, es simplemente incluir lo que está deficiente, entonces yo hago dos aplicaciones foliares, no se trata de combatir a nadie, el EM impide las deficiencias minerales porque aumenta el metabolismo y por otro lado incrementa la resistencia de

las plantas a las enfermedades, de modo que hay infección por ejemplo causada por hongos, pero estos no tienen posibilidad de desarrollarse, no crecen, el que quiera usarlo puede usarlo porque tiene un efecto muy bueno, pero si se usa como si fuera un agroquímico, el efecto es negativo.

En este acetato vemos una experiencia con diversas formas de nitrógeno, aquí se aplicó amonio al maíz y vemos una aura muy confusa, aquí se le aplicó compost pero el aura no está todavía normal, hay como 3 auras en lugar de una, aquí se le colocó bocashi que es un tipo de compost que entre otras contiene cascarilla y que indujo deficiencia de boro, esto nos hemos venido dando cuenta que el bocashi con cascarilla induce la deficiencia de boro. Acá se equilibró el nitrógeno con el cobre y ya tenemos 2 auras, aquí en este colocamos nitrógeno orgánico, cobre y EM y tenemos un aura, entonces podemos ver que uno puede controlar el máximo valor biológico de los alimentos. En flores tenemos este caso de gladiolo que recibe funguicida diariamente para evitar la roya que acabaría totalmente con el cultivo, pero podemos ver que pierde energía violentamente, son plantas seriamente enfermas, y lo que vemos en el cultivo son plantas limpias, sin roya, no se ven plantas enfermas, pero al tomar la fotografía kyrlian se ve que la planta está seriamente enferma, aunque no se le vea ningún hongo porque diariamente recibe un funguicida. Aquí vemos las plantas que recibieron materia orgánica y EM y al mirar la foto kyrlian vemos que están saludables, entonces lo que quiero decir es que con ningún agrotóxico ya sea químico u orgánico o inclusive con un enemigo natural, se consigue recuperar la salud, porque la salud de las plantas depende del suelo y de la nutrición. Aquí vemos el mismo caso pero con frijol, este cultivo recibió 6 aplicaciones de agrotóxicos y la planta está limpia, pero al ver la fotografía kyrlian es una confusión, es una planta profundamente enferma. Esta de aquí corresponde a un frijol saludable manejado con abono orgánico, lo cual no es suficiente aunque claro que mejora, porque es mucho mejor que con fertilizante químico. Bueno, generalmente las personas dicen que el producto orgánico es de inferior calidad, conozco hasta profesores universitarios que me decían cuando voy al mercado que compro productos orgánicos porque son más pequeños y más feos, pero si el producto químico es más bonito y más grande, no estamos comprando un producto mejor sino peor. Aquí vemos lechuga, repollo y cebolla orgánica, se dice que la cebolla orgánica no alcanza un buen tamaño, sin embargo ésta de acá tiene un tamaño muy bueno. El problema del producto orgánico cuando sale de mala calidad es tal vez porque no es ecológico, por ejemplo si se entierra la materia orgánica el producto va a ser peor que el convencional, si cultivamos ecológicamente el producto va a ser mejor que el convencional. En el estado de Sao Paulo había un horticultor que agregaba 40 toneladas/ha de compost y tenía unos productos muy miserables: lechugas con hongos, repollos pequeñitos, era horrible y se quejaba: "...la mitad de las plántulas que transplanto, se mueren...", cuando comenzamos a aplicar la materia orgánica sobre la superficie, además adicionando boro, obtuvo productos mejores que los convencionales, así que muchos de sus vecinos, horticultores convencionales cambiaron hacia lo orgánico para tener esos productos tan presentables, es que cuando su producto no es bueno, es algo que está fallando. Aquí tenemos una plantación de naranja orgánica al cual se le aplica EM, tanto el tamaño como la calidad y la cantidad son completamente satisfactorios. Este es un horticultor orgánico que se preguntaba porque no crecían sus repollos, las hojas eran muy estrechas, les faltaba molibdeno y además sembraba siempre repollo y el repollo no es un cultivo para repetir en el mismo lote por la gran cantidad de calcio que retira, ahora si aplicamos calcio se puede repetir. Podemos ver las raíces como están todas llenas de hongos, al colocar calcio en su tierra, el repollo se recuperó. En rábano, esto que vemos es una deformación ("salsiña"), el rábano no obtuvo su forma adecuada por causa de un terrón en el suelo, el horticultor trabajaba con rotovator, cada vez más pesado, pulverizando el suelo a una profundidad de hasta 35 cms y así se iba compactando el suelo cada vez más, obteniendo plantas como las que se ven acá que además como no tenían raíz gruesa, crecían superficialmente y tenía que regarlas día y noche, así que si la planta necesita riego constante, podemos decir que algo está funcionando muy mal.

Vemos aquí un fruto del Brasil que se llama "caqui", no debería tener estas venas oscuras, esto nos está indicando una deficiencia de calcio y un exceso de manganeso, lo cual también puede ser inducido por algún agrotóxico. Acá vemos una plantación de plátano con unas raíces tan superficiales

que tienen que amarrar una planta con otra porque el viento tumba las plantas, descubrimos que esto se presentaba porque esta plantación tenía unas raíces muy cortas y gruesas a causa del uso rutinario de Roundup, que fue lo primero que recomendamos dejar de usar y poder así, introducir un abono verde con especies que podían crecer a la sombra y así comenzar a mejorar el suelo para que el plátano se pudiera mantener en pie. Vemos una hoja de pepino, apreciamos que todo su borde está necrótico, si fuera una deficiencia de potasio que se reconoce por el borde necrótico, el daño puede ir hasta acá pero la parte de abajo del borde de una hoja, nunca se necrosa cuando el problema es con potasio: todo el borde necrosado es un típico indicador de intoxicación, en este caso la intoxicación se presentó por estiércol de pollo comercial, porque la planta cuando quiere eliminar un tóxico lo manda por el borde de la hoja para después eliminarla, entonces es deficiencia de potasio cuando solo una parte de la margen de la hoja está necrótica, pero si es todo el margen, se trata de una intoxicación.

### **Sobre la Siembra Directa.**

Aquí tenemos una comparación entre la siembra convencional y la siembra directa. En la siembra convencional las plagas atacan a las hojas, en la siembra directa las plagas atacan las raíces, esto desconcierta a los agricultores y es uno de los grandes problemas de la siembra directa, plagas como grillos, babosas, atacan las raíces. Sin embargo, la siembra directa tiene una serie de ventajas, especialmente conserva los poros de la superficie, pero también protege el suelo del impacto de la lluvia y de las altas temperaturas, por lo tanto de la erosión. Considero que acá en los Andes, por encima de los 2500 metros, ya no es interesante hacer un mulch, más bien sería sembrar plantas pequeñas que no se desarrollen mucho pero que protejan el suelo, por ejemplo especies como trébol, el arachis o un pasto que no crezca mucho pero que forre el suelo y no permita la erosión, especialmente aquí en Colombia donde no hay la tradición de construir terrazas. En Ecuador, Perú o Bolivia, hacen terrazas, que es otra forma de combatir la erosión, pero aquí entonces es a través de las coberturas del suelo, el mulch evita el riego, pero considero que aquí y teniendo en cuenta la baja insolación, no se debe utilizar mucho, más bien debe usarse una cobertura viva que al mantener el suelo húmedo, se puede sembrar en cualquier época, así sea seca, pero exige de todas formas rotación de cultivos. En el Brasil cuando se comenzó con la siembra directa, se hizo con monocultivos, presentándose entonces una sobreproducción de plagas, hasta el punto que la gente consideró acabar con la siembra directa, pero hay que pensar en lo siguiente: la raíz excreta sus sustancias y así genera su microvida y si esto se repite en una y otra rotación, favorece solamente a cierto tipo de animalitos, los otros no tienen comida y mueren, como ya dijimos cada ser vivo tiene solamente unas pocas enzimas y no puede atacar cualquier sustancia, así que algunos se van a multiplicar excesivamente y los otros van a morir de hambre, bueno, cuando en Brasil se empezó a hacer rotación con 5 cultivos, se terminó el problema. Otro asunto en la siembra directa es cuando se utilizan herbicidas desecantes de acción hormonal, hay que tener mucho cuidado porque entre otras engruesan demasiado las raíces y si se usan año tras año, la absorción es mucho menor. Quiero mostrarles un problema que se presenta cuando se trabaja con estos desecantes, estos productos no actúan sobre la hoja sino sobre la raíz, son productos hormonales que afectan la raíz, esta que vemos es una raíz de maíz en cultivos fumigados con herbicidas año por año durante 7 años, nadie lo creía porque son raíces muy gruesas, tienen pocos pelos y la absorción del agua es deficiente. Cuando se hace siembra directa con una capita muy delgada de tamo, el uso de desecantes es casi permanente y los cultivos así sufren, he visto regiones completas que no producían nada más por culpa de los desecantes, esta raíz de maíz no lo parece pero lo grave es que no penetra en el suelo, es superficial y gruesa, casi no tiene pelos, por eso es que debemos monitorear las raíces de los cultivos, para saber que está sucediendo. Aquí en este caso, el agricultor no sabía porqué cada año su maíz estaba peor y cada vez aplicaba más riego, ni porque cada vez tenía que aumentar la cantidad de fertilizante químico, pero cuando observó las raíces, comprendió, es que cuando uno no sabe, lo primero que se hace es preguntarle a la raíz. En siembra directa la experiencia ha demostrado que la capita de tamo o de rastrojo, debe ser de unos 5 o

6 centímetros, esto no se consigue con cultivos muy ricos en nitrógeno, debe ser con tamo de gramíneas como avena, maíz, sorgo, etc. En Brasil, al principio en siembra directa se utilizó más fertilizante químico, pero después los requerimientos bajaron año por año, lo importante es esa capita de tamo de 5 o 6 cms que evita el uso de herbicidas, agricultores con buena experiencia en el manejo de estas coberturas, empleaban una persona para limpiar 5 hectáreas en un día.

Hay otras situaciones en la siembra directa que hay que considerar: el intercambio de nutrientes con el subsuelo no se da más, en otras palabras, lo que está lixiviado está lixiviado. Sucede que en un suelo normal, este se calienta, el agua sube y lleva consigo todos los nutrientes que habían sido lixiviados, esto no vuelve a suceder en la siembra directa, pero esto se puede remediar introduciendo de vez en cuando un cultivo de raíz profunda que puede ser un abono verde como guandul o cualquier planta de estas para recuperar los nutrientes que fueron lixiviados en el subsuelo. En el sistema de siembra directa aparecen plagas diferentes, esto se puede volver un problema grande, se cambian lepidópteros por dípteros, ahora la misma deficiencia que causó el ataque de lepidópteros está causando el ataque de dípteros, entonces si controlamos la deficiencia se debe resolver el ataque a las raíces.

La compactación del suelo por máquinas es muy grave sino se consigue una capita mayor que amortigüe el peso de la máquina. Aquí en Colombia hay opción a la utilización de máquinas pesadas, pero en la Argentina es muy triste, se utilizan sembradoras con 25 tolvas para la semilla, son máquinas normalmente 5 veces más grandes que las sembradoras comunes y para ello se utilizan tractores con 2 chimeneas, en fin, todo gigantesco, por lo tanto la compactación del suelo es muy intensa, lo que alcancé a notar es que las raíces permanecen entre un suelo muy compactado y la capa de tamo. Sobre esto me decía un agricultor: “tengo una capita de 6 a 7 cms de tamo que constantemente se está descomponiendo y para mí la cosecha es suficiente, así la raíz no penetre en el suelo”, el sembró de esta manera durante 15 años, pero recientemente pasó un arado y sembró un abono verde muy fuerte, entonces de vez en cuando hay que plantar un cultivo con raíz bastante fuerte que rompa estas capas compactadas, pero si el suelo solo llega a tener una capita de tamo de 1 o 1½ cms, se deshace con el riego y se cae en el uso de herbicidas año por año para controlar las invasoras. Ahora, al realizar las rotaciones de los cultivos debemos considerar en las rotaciones las afinidades entre las plantas, la rotación se hace con plantas amigas y no con plantas enemigas, por ejemplo es muy bueno una rotación de soya y tabaco, también caña y tabaco, papa y pasto festuca, papa y amaranto, maíz y guandul, zanahoria con cebolla, pero no funcionan rotaciones como soya y trigo, soya y avena, sarracena y trigo o sarracena y papa. Bueno, sencillamente en todo lo que uno hace hay que prestar atención a lo que se hace. La rotación tiene otro acondicionamiento y es que se debe escoger una planta que tenga valor comercial, a no ser que se trate de un abono verde, de resto, si la planta no tiene un valor comercial, no estamos haciendo nada, por ejemplo en la fruticultura o con café sería muy bueno sembrar higuera, *Ricinus communis*, porque si se utiliza como abono verde es muy bueno y si es para cosecharla, ya esto depende de la existencia de los molinos que extraen el aceite y que le dan su valor comercial. Respecto al trabajo en zonas secas o muy frías, de climas difíciles, es determinante la protección del suelo y su nutrición adecuada. Quiero contarles lo que conocí en Bolivia, allí utilizan el estiércol de alpaca para elaborar compost pero allá arriba no sirve de nada, porque es un material conformado casi totalmente por celulosa, ellos hacen unos círculos de estiércol de más o menos 4 metros y de una altura de 4 o 5 cms que es muy fácil de retirar, pero no tiene ningún valor y este es el problema porque hay que mejorar la nutrición, especialmente en lo que se refiere a micronutrientes que hacen falta, porque una nutrición suficiente no puede ser desbalanceada, la otra opción es utilizar solamente cultivos que estén adaptados al suelo de la región, sobre esto, hay que tener claro que es decisivo que las plantas estén genéticamente adaptadas, antes cuando no había institutos de investigación, cada agricultor seleccionaba sus propias semillas, escogiendo y multiplicando las mejores plantas, ahora muchos agricultores tienen la manía de vender lo mejor y sembrar o criar lo peor, porque con el ganado es lo mismo, esto es muy serio: hay que seleccionar lo mejor para mejorar las variedades y que entre otras, sirvan para resistir la sequía, no es lo mismo si utilizamos una sola variedad para diferentes climas, por el contrario si tenemos 2 o 3 variedades para

cada tipo de clima, seguramente tenemos una que resiste mejor la sequía, claro alguno dirá que lo determinante en las sequías es la distribución de la lluvia, pero no es lo único, mucha gente se queja de la distribución de la lluvia y de la falta de la misma, pero repito, no es solamente esto, hay muchas cosas que podemos hacer. Lo segundo es la infiltración del agua, si el agua no infiltra bien hay erosión, un suelo pésimamente manejado puede presentar en solo 2 años, fallas grandes de erosión, si la infiltración del agua es deficiente, seguramente se presentará algún tipo de erosión. Y algo bien importante, el suelo no puede permanecer desprotegido, ni siquiera allá arriba en los Andes porque a veces es caliente, entonces normalmente la protección debe ser hecha con un cultivo intercalado y no con mulch, porque lo peor es el viento que se lleva la humedad y que funciona como una bomba, porque si la humedad de la planta satura el aire, la planta no puede continuar transpirando, entonces el viento al arrastrar esta humedad, está funcionando como una bomba porque la planta continúa transpirando.

Entonces un paso importante para contrarrestar la sequía es mejorar la superficie del suelo para que el agua no escurra y después el viento, tomar medidas contra el viento. Aquí está la famosa amapola, apareciendo en un cultivo de trigo, la foto corresponde a una región en Chile cuyos suelos son muy ricos en calcio, allá me decían que los canadienses les habían mandado una semilla de trigo mal seleccionada, llena de semillas de malezas, pero no es así, aquí hay un fenómeno bien interesante: el trigo no es capaz de eliminar todo el calcio que tiene el suelo, aquí es cuando aparece la amapola, sin saberse de donde y lo elimina, porque tenemos plantas que indican deficiencia de calcio y otras que indican el exceso. Aquí vemos una plantación de mate, cultivo muy común en el sur del continente, pero hay una práctica muy particular, allá no se limpia el suelo del cultivo de mate con herbicidas o pasando alguna máquina, los agricultores sueltan sus ovejas y estos animales se van comiendo las otras yerbas, dejando el mate, esto tiene sus ventajas pero también hay que tener en cuenta la compactación que produce el pisoteo duro de los ovinos.

Bueno, vemos una imagen que es infelizmente la imagen mundial de la agricultura orgánica: un suelo decadente. El repollo que vemos está para cosechar pero no forma cabeza, les pregunté el porqué y me contestaron que con agricultura orgánica es así, no estuve de acuerdo y mucho menos con un suelo en esas condiciones, mi argumento era: lo primero es recuperar el suelo, y así fue, comenzamos el proceso de agricultura orgánica no por las normas o por las prohibiciones sobre la utilización de fertilizantes químicos o de pesticidas, sino mejorando el suelo. Cerca de mi finca hay agricultores que siembran papa y utilizaban excesivamente el NPK y los agrotóxicos, era horrible, uno de ellos alguna vez me preguntó: “¿qué podemos hacer, el precio de la papa es muy bajito y el de los defensivos es muy alto?”, resolvimos empezar por el mejoramiento del suelo y en 3 años ya no necesitaron más fertilizantes químicos ni agrotóxicos, pero el problema fue que pertenecían a una cooperativa cuyo 60% de los ingresos provenía de la venta de agrotóxicos a sus asociados y la directiva de la cooperativa no admitía que el agricultor no comprara más pesticidas, querían obligarlos a seguir comprando, hasta mandaron a un agrónomo para regañarlos, les propuse que se podía vender productos orgánicos, por ejemplo los bacterianos, harina de rocas, etc., pero la presión fue tanta que tuvieron que salirse de la cooperativa y ahí están, trabajando solos. Entonces el inicio en lo orgánico no es en dejar de un día para otro lo que se está haciendo sino en ir mejorando poco a poco las condiciones. En esto del cambio, nosotros generalmente solamente recomendamos a los agricultores medidas que aumentan la cosecha en ese mismo año, por ejemplo se les recomienda no quemar más el rastrojo, entonces ellos cosechan un poco más porque el suelo recibe un poco más de materia orgánica, ya no se rompe, ya no tiene más grietas. Después está lo de no continuar con el monocultivo, rotar el cultivo con cualquier cosa que le dé otro ingreso, si por ejemplo tiene un monocultivo de sombra y hace una rotación con maíz, en el 1er. Año ya aumenta la cosecha en un 20% y baja en un 50% el uso de agrotóxicos, esto ya es un ingreso mejor para el agricultor, entonces este es el agricultor que aparece otra vez preguntando si hay otra medida que aplicar y aquí podemos profundizar más porque resulta que tiene una deficiencia muy fuerte de molibdeno, entonces lo aplica mezclado con el abono o en forma foliar, así lo hace y mejora de nuevo, con estos mejoramientos van disminuyendo cada vez más las plagas y

las enfermedades y también el uso de agrotóxicos. Ahí es cuando él termina acoplándose a las medidas de la agricultura orgánica, al cabo de 2 a 4 años, cuando ya puede pedir su certificación, ahora es orgánico y no depende de un precio de venta adicional, ya tiene un mejor ingreso.

Así es como trabajamos, no se trata de decirles a los agricultores que dejen todos los fertilizantes químicos y los agrotóxicos, porque yo ahora les voy a ayudar a controlar cualquier problema, les voy a solucionar todo, no, normalmente un agricultor no está dispuesto a esto, tienen una familia que mantener y no van a lanzarse en lo que consideran una aventura, como quien se zambulle de cabeza en una piscina, tampoco hay que llegar allí, porque poco a poco puede ir tornándose orgánico, mejorando sus condiciones y ganando un beneficio común. Ahora, si busca un precio adicional, pues muy bien, pero si no, no hay problema porque está ganando más que antes, con esto él ya está contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura, es que la manera rotunda de introducir la agricultura orgánica no es sostenible.

En algunos países de Europa como en Suiza existe una cuota de basura orgánica por familia: cada familia puede producir un máximo de 3 kilos por semana de basura orgánica, so pena de ser multado, si por ejemplo una persona está limpiando su huerta o su jardín y se pasó de la cuota que está establecida, lleva la basura directamente al basurero. En países de Europa, de Asia y en Australia existen fábricas que se dedican exclusivamente a fabricar compost de la basura orgánica de las ciudades para luego ser vendido a los agricultores. Esto es bueno porque disminuye la cantidad de basura pero hay que aclarar que no es completamente orgánico porque llega a contener venenos que nunca disminuyen dado que mucha de esta basura proviene de establecimientos comerciales. Bueno aquí tenemos un ejemplo sobre el diseño que cada uno hace de agricultura orgánica: este señor tiene un gallinero móvil, lo que hace es cercarles como en una rotación, pedazos de terreno por donde las gallinas pasan comiéndose las malezas, semillas, parásitos y al mismo tiempo abonando el suelo, luego en estos sectores prepara la tierra para sembrar y va moviéndose cada 3 hectáreas, así recuperó su terreno y además tiene una venta de huevos.

Esta foto es de algo que me sucedió con un cultivo de maíz, que lo ideal es sembrarlo asociado, aquí lo sembramos en asoció con frijón mucuna, *Stizolobium deeringianum*, pero como fue un año muy lluvioso y nublado, la mucuna subió, es que todas las plantas procuran la luz. Entonces para la cosecha teníamos el dilema de cómo íbamos a hacer, lo que hicimos fue acostar las plantas de maíz pasando un palo amarrado detrás del tractor y después se cosechó la mazorca del suelo, lo cual nos resultó mucho más fácil. Este es otro asoció con fines de abono verde, esto es en el Perú. Allí sembraron amaranto, maíz, sorgo, crotalaria y otras cosas más y produjeron una cosecha bastante mejor. Después picaron y pasaron un rastrillo para pisar. En el estado de Sao Paulo se hace un sistema de abono verde con cultivos lo más variado posible, están sembrando unas 5 o 6 especies diferentes para maximizar la biodiversidad, luego hacen un monocultivo por 2 o 3 años y así mantienen una cierta productividad en el suelo.

Aquí apreciamos una pendiente de las que todo el mundo diría que tiene que haber erosión, pero no la hay y esta pendiente no es nueva, hay bastante vegetación, lo que sucede es que allá arriba, donde hay pasto, el agua no escurre sino que penetra y en estas condiciones no hay erosión, la erosión no es causada por el declive sino por la impermeabilidad del suelo, esto tiene que quedar bien claro. En esta imagen siguiente es todo lo contrario: lo que vemos no es una quebrada, es agua de erosión, agua que escurre después de la lluvia, entonces si toda esta agua es la que escurre es porque el terreno no la recibió. Allí se empezó un trabajo de siembra directa, aplicaron el desecante y luego sembraron soya, al principio todavía había sitios con alguna erosión, pero para el 2º año ya no aparecieron más. En este otro caso se sembró soya con nabo forrajero, la tierra no es removida pero vemos que la protección del suelo es muy poca, la agricultura orgánica no funciona sin la cobertura del suelo que se debe colocar. Este otro son cultivos orgánicos con sistema de riego por goteo, pero todo es muy artificial, el suelo está cubierto con lonas y la tierra está en terrones, si el suelo tuviera riego permanente y sin cobertura, no produciría nada, este agricultor en lugar de mejorar su suelo, lo cubre con lonas.

Sobre el manejo de la fruticultura en Brasil y Argentina, países planos, no se acostumbra a mantener el suelo descubierto, limpio, todo el mundo se favorece de la vegetación nativa, si se dispone de dinero, entonces se siembra un abono verde, de lo contrario se deja a la hierba crecer y luego le pasan una guadaña, todo esto después se lo arrojan sobre el surco a los naranjos de manera que lo que hacen es un mulch, bueno, hay algunos pastos que son más perjudiciales que otros, la *Brachiaria decumbens* no es muy buena, pero es mejor que nada. En Paraguay conocí el caso de 2 agricultores que sembraban mate, uno tenía 600 hectáreas y el otro 5 hectáreas, el hacendado hacía todo lo que demanda la tecnología moderna: fertilizaba, utilizaba agrotóxicos, mantenía el suelo limpio con herbicidas, era una belleza, pero el agricultor pequeño que no tenía medios para hacer todo eso, sembraba su sustento: maíz, yuca, frijol y ahuyama, dentro de los surcos de mate. En una visita que hicimos con la Facultad de Ecología de Asunción, cuando tratamos de abrir el suelo de la hacienda, no se pudo hacer ni con pica de lo duro que estaba, estábamos en época seca y como este hombre no tenía pozo, tenía que traer el agua desde lejos, tanto para su casa como para sus animales; de otro lado, el pequeño agricultor no podía comprar ni fertilizantes ni nada, lo único que él hacía era sacar las hierbas cercanas a los árboles, cuando nosotros fuimos y tanteamos su suelo, era tan suave, tan bueno que lo pudimos abrir con la mano y más aún, este agricultor por unidad de área producía exactamente el doble de mate que el hacendado, uno trabajaba con agricultura orgánica, no por convicción, sino por necesidad y el otro aplicando toda la tecnología moderna le iba mucho peor, era tal la situación que uno de los profesores que iba con nosotros, se sintió muy mal, decía que justamente lo que ellos enseñaban, era lo peor que se podía hacer.

¿qué vemos un huerto de naranja que está muy enmalezado, los de la agricultura convencional se aterran de ver un pomar como este, pero no se asustan más porque la producción de estas naranjas es idéntica a la otra, la convencional.

Aquí tenemos la formación de desiertos, esto es en el sur del Brasil, son suelos arenosos que nunca debieron ser sembrados, con esa locura por sembrar soya por toda parte, esta tierra se labró, fue arada y sembrada con soya, solamente se cosechó por 1 año, ya después no se pudo volver a hacer, en esta tierra no crece nada, hoy en día se está tratando de establecer barreras rompevientos y trayendo compost de otras partes para la siembra de los árboles, pero el desierto sigue creciendo.

Bueno, este es un suelo muy decadente que fue sembrado con maíz, aquí vemos plantas invasoras sin maíz, aquí no crecía nada y vemos un maíz muy raquítico, entonces se hizo un mejoramiento con mucuna, *Stizolobium deeringianum*, y para que esta mucuna produjera más, se sembró con maíz, porque resulta que cuando esta leguminosa logra crecer por encima de otra planta, ella produce más, vemos como sube apoyándose en el maíz que no interesaba su producción de mazorca sino su ayuda como soporte para aumentar el área fotosintética de la mucuna. Hay un hecho con esta leguminosa: si se siembra este año, tenemos la certeza que el suelo no va a sufrir de sequía, no sé porqué, debe tener alguna sustancia, algún tipo de bacterias que cría, pero el hecho es que en sequía todos los campos alrededor se marchitan, pero no donde hay mucuna, el campo queda como si hubiera sido irrigado. El otro aspecto interesante es que dejamos crecer las malezas cuando el maíz pasó de 80 centímetros, porque a partir de esta altura ya no lo afecta, es que en el trópico se pierde mucha más agua por insolación directa que por transpiración de la planta, en el cultivo observamos que donde había cobertura viva el maíz sufría menos por falta de agua, pero hay una salvedad: si el suelo tiene menos del 12% de arcilla, esto no funciona porque ya es muy arenoso. Bueno este es un campo que una vez que se cosechó el cultivo, se le dejó todo el tamo, muchos se preguntan como se hace para sembrar sino se incorpora el tamo a unos 25, 30 cms de profundidad, sino que se hace a solo unos 8 o máximo 10 cms, se puede sembrar el mismo día de esta práctica sin ningún problema, pero si se incorpora el tamo a 25 cms o más, hay que esperar por lo menos 3 meses. En el Instituto Agronómico de Campinas se han hecho una serie de experimentos sobre este asunto de dejar el tamo sobre la superficie y han encontrado que no hay ningún efecto perjudicial para los cultivos, por el contrario, mejoran. Ahora, si al tamo se le agrega un poco de fosfato de calcio a razón de 200 o 250 kilos, se presenta una fijación de nitrógeno bastante considerable, aprovechándose de esto el propio cultivo. Lo

mismo sucede con los abonos verdes, sino se incorporan a profundidad, se puede sembrar en el mismo día porque cuando se deja superficialmente, el calor de su descomposición es liberado hacia el aire, pero cuando se entierra hay que esperar 3 meses, al cabo de los cuales el propio efecto del abono verde se ha perdido, así que prácticamente es mejor no hacer nada.

Aquí podemos ver que el suelo está muy compactado y en este caso, el maíz se entorcha y no forma espiga ni nada. Al fondo hay un maíz que fue sembrado el mismo día y ya está floreciendo, entonces vemos que la compactación del suelo tiene un gran efecto sobre el rendimiento. En este otro campo con un suelo en buen estado se utilizó una variedad de maíz no nativa que recibió la última lluvia antes de la siembra y nunca más volvió a recibir agua, el cultivo se desarrolló y no sufrió por la falta de agua, cada mata tiene 2 mazorcas grandes y bien formadas. En este otro campo las malezas no fueron eliminadas, están protegiendo el suelo, en los climas templados las eliminan porque son la única fuente de pérdida de agua en el suelo, pero en el trópico por causa de las malezas se pierde mucha menos agua que por el calentamiento del suelo descubierto.

Vemos un cultivo de soya que fue fertilizado con NPK y a este otro se le aplicó harina de rocas, esta harina solamente tenía un máximo de 0.8% de potasio y el resto de minerales estaba en cantidades muy pequeñas, pero esto no importó, las raíces se desarrollaron muy bien y las plantas fueron mejores que las que recibieron el fertilizante químico, es que en la harina de rocas hay unos 85 minerales diferentes y no sabemos, pero cada uno tiene un efecto particular sobre el desarrollo y alguna relación con otro elemento, de manera que es un entramado de la Naturaleza que artificialmente no podemos imitar, por eso la harina de rocas da un resultado mejor que el del NPK.

Este algodón tiene una historia bastante interesante: primero se le sembró barreras rompevientos, luego recibió un abono verde con mucuna, sin embargo fue una siembra convencional utilizando NPK, se estimaba cosechar 250 arrobas por alquer (1 alquer son 2.4 hectáreas), pero en lugar de cosechar esto, se obtuvo 750 arrobas por alquer, fueron 3 veces más de lo que estaba previsto, entonces ¿de dónde sacó la planta estos nutrientes si el fertilizante químico estaba calculado para menos?, es el efecto combinado de las barreras rompevientos y del abono verde, a partir de esto el dueño de este algodón dice que está trabajando para producir 1000 arrobas por alquer.

Bueno aquí tenemos algo sobre bacterias para las personas que no conocen. Esta es *Azotobacter* que se consideraba que no hacía más que fijar nitrógeno, pero realmente no es así, es una bacteria que parecen 2 pero lo que sucede es que cada una tiene una gotícula de aceite y por eso en la fotografía aparece como si fueran 2. Es una especie interesante entre otras cosas porque todo el mundo pregunta si conviene inocular el suelo con bacterias, pero no es necesario, se ha demostrado en campos inoculados con *Azotobacter* y abonados con diferentes fuentes fosfatadas, que la diferencia en cuanto al desarrollo de *Azotobacter* lo decidió el tipo de fosfato utilizado o presente en el suelo, tiene que ser el adecuado para la bacteria, entonces el desarrollo bacteriano está íntimamente ligado a la cantidad y a la forma de los nutrientes que están presentes en el suelo. Si tomamos un suelo que está medio muerto y lo inocula, no se va a obtener ningún efecto porque no va a tener las condiciones que el inoculo necesita. Estas son bacterias que descomponen celulosa, son como unos bastoncillos, aquí vemos lo interesante, hay una parte de celulosa y las bacterias que están cerca están más activas y las que están más lejos, están en un estado de reposo, no se interesan por trabajar porque no pueden correr, son bacterias proteolíticas que descomponen cadenas de aminoácidos. Dentro de las poblaciones bacterianas se presenta competencia, estas son atacadas por otras bacterias cuyo nombre desconozco y que ya están descomponiéndolas, vemos que esta otra bacteria a pesar que está muy cerca de la otra, no es atacada porque todavía está en pleno vigor, la otra sí porque ya no trabaja más, la que está activa no debe tener miedo a ser atacada, la que está inactiva si es atacada. El otro asunto es el de cómo nacen las colonias de bacterias: aquí tenemos un medio de cultivo, en el cual nace y hay de todo, lo viejo, lo débil, etc., lo que la Naturaleza excluiría, nace allí, no se alcanza a contar el número de colonias y si miramos su actividad, es prácticamente cero, estos que aquí señalo no producen nada, estas tampoco, solamente aquí produjeron alguna cosa; entonces el problema no es el número sino la actividad, por eso ya no trabajamos contando colonias sino más bien analizando la cantidad de

enzimas que producen y así determinamos el poder enzimático del suelo, esto está íntimamente ligado a su productividad, no así el número de colonias que nacen. Aquí vemos como un hongo migra con sus hifas, migra de un agregado a otro. Este de aquí es *Penicillium urticarium* que es el que inicia la descomposición del tamo cuando el suelo no está muy bueno, la primera sustancia que produce es un gormostato que impide la germinación de las semillas. Si el suelo no tiene olor y está medio muerto, no se puede utilizar el terreno para sembrar antes de una buena lluvia; si pasa una buena lluvia y lava las sustancias de descomposición de este hongo, ya se puede sembrar. Si el suelo está en buenas condiciones, el *Penicillium urticarium* no es el que inicia la descomposición, es hecha por algunos pequeños insectos del suelo, aquí no hay ninguna restricción para no sembrar inmediatamente y la semilla va a germinar muy bien.

Vemos un colémbolo que por su coloración y pelaje se puede ver que anda en la superficie, está protegido contra el sol y las inclemencias del tiempo, con esta especie de “tenedor” es que salta. Este es otro colémbolo blanco, es el animalito más antiguo del Universo, es el primero en entrar en un suelo en recuperación y el último en salir de un suelo en decadencia. Alguna vez en el sur del Brasil le dije a un agricultor que tenía un suelo en mal estado, que sembrara vicia, es una leguminosa, así lo hizo pero después me dijo que nunca más lo iba a volver a hacer porque el suelo se le había llenado de pulgas, pero no eran pulgas, eran estos colémbolos que estaban comenzando el proceso de mejoramiento del suelo. Los rusos determinan la productividad del suelo dividiendo el número de colémbolos sobre el número de ácaros, cuanto más ácaros, mayor es la productividad del suelo, cuanto menos ácaros y más colémbolos, es menor la productividad. Aquí vemos ácaros, es interesante que de 100 especies de ácaros, una puede ser parásita, los demás si siquiera están en condiciones de serlo, de manera que por lo general se habla de una variedad de ácaros parásitos. Pero hay que aclarar que estrictamente la mayoría de ácaros no son parásitos, son carnívoros pues comen las larvas y huevos de otros animales y controlan rigurosamente la vida y las plagas del suelo.

Aquí tenemos un trabajo con lombrices y se puede ver que la tierra pasa por el intestino de la lombriz y sale agregada y lo más importante: la lombriz tiene unas glándulas que producen calcio, no sé de qué manera, pero en todo caso los agregados que han pasado por el intestino de la lombriz son más ricos en calcio y fósforo. De manera que el suelo gana mucho con las lombrices, aunque esto también tiene un límite: si se coloca demasiada gallinaza, las lombrices aumentan mucho. A propósito de esto, en 2 ocasiones agricultores me han preguntado como matar las lombrices, había tantas que el suelo se había convertido en una especie de colador, vino el agua y se fue el suelo, se filtró, no se retuvo, estaban desesperados, al parecer las mataron utilizando cal de construcción.

Aquí vemos que una cepa de *Aspergillus niger* fue sembrada en un medio de cultivo con 3 tratamientos: en el primero se le agregó poco hierro, en el segundo 2 microgramos de hierro y aquí 5 microgramos, se obtuvo que en el primero no nació absolutamente nada, en el segundo muy poco y en el tercero, suficiente. Esto simplemente nos está indicando que las bacterias y los hongos no nacen en cualquier suelo, ellos nacen cuando las condiciones son favorables y también aparecen cuando las condiciones son favorables, sin inoculación, porque cuando las condiciones no son favorables la inoculación no sirve para nada. En cierta ocasión sembramos soya e inoculamos 5 cepas de *Rhizobium*, poco antes de la floración -porque cuando se inicia la floración el *Rhizobium* muere- hicimos un control de los rhizobios que se formaron en las raíces y de las 5 cepas que inoculamos, ninguna de ellas estaba allí presente, todas eran cepas nativas del suelo. Podemos ver entonces que si no hay las condiciones adecuadas para el crecimiento de una bacteria, no sirve la inoculación. De otro lado es importante saber que *Azotobacter* es muy perseguido por la agricultura convencional, porque mata las semillas débiles, si la semilla está fuerte y bien nutrida, *Azotobacter* la ayuda a nacer más rápido, entonces vemos que igual es un archienemigo de la semilla débil y es un gran amigo de la semilla fuerte. Porque en la Naturaleza no existe ese humanismo de la compasión por el débil, es que se trata de garantizar la vida, así que es parte del programa de la vida no dejar crecer semillas débiles. Podemos anotar que de lo que se trata con todos estos métodos de protección de las semillas en la agricultura convencional, es criar semillas que fueron condenadas a no nacer.

Aquí vemos una nodulación de la raíz de soya, tenemos diferentes tipos de nódulos, ahora para chequear si hay fijación de nitrógeno por parte del nódulo, con la uña cortamos el nódulo por la mitad: debe tener un color carne, rosado, pero si es blanco o verde significa que no está fijando y se torna parásita porque la nodulación exige de la planta el 40% de sus carbohidratos, la planta entonces se debilita por estos nódulos, estos son los llamados rhizobios deletéreos y en muchas regiones impiden seguir sembrando soya. En la descomposición del tamo o de una hoja aparecen amebas, hongos, bacterias, pequeños animalitos que van iniciando la descomposición, los hongos aplican un tipo de enzimas por encima de la hoja que acelera la descomposición y viene también del aire los *Azotobacter* que se asientan y fijan nitrógeno, es lo que vemos aquí precedido por otros microorganismos que hay allí y al final lo que sale es humus y ácido húmico.

## PANELISTAS Y SESIÓN DE PREGUNTAS:

**Participante 3:** ¿Qué microorganismos o que colonias conforman el EM4?

**Dra. Ana Primavesi:** Especialmente lactobacterias, normalmente en suelos cultivados es un microorganismo que está entre la población microbiana predominante, más o menos el 80% de las bacterias que habitan en el suelo con o sin EM son lactobacterias.

**Participante 4:** ¿Existe alguna manera más natural de corregir los problemas del suelo que no sea utilizando sulfatos y polvos minerales, me refiero a la aplicación de variedades de hojas o alguna cosa así?

**Dra. Ana Primavesi:** Si claro, mostré con los abonos verdes que cada uno de ellos moviliza un tipo de nutriente, si por ejemplo quiero agregar potasio, principalmente en café y fruticultura, es más complicado porque en agricultura orgánica según las normas, no se debe utilizar cloruro de potasio. Sin embargo, estoy planteando para que haya cultivos como el café, donde se permita, porque el café necesita de cloro y sin el cloruro, el cloro no anda, y no sería muy inorgánico el cloruro para el café. Pero por otro lado si colocamos cloruro en una planta de tomate, va a ser un desastre, no porque al tomate no le guste el cloro, al contrario es importante, el tomate tiene un mecanismo natural para apoderarse de todo el cloro que hay en el suelo, porque esta planta por naturaleza “considera” que hay poco cloro en el suelo, es que casi todas las plantas tienen algún tipo de filtro contra por ejemplo el aluminio, pero en el caso del tomate, no lo tiene contra el cloro y si se le agrega en forma de cloruro, se “indigesta” porque no puede evitar que entre. Estas son las particularidades de las plantas. Esta mañana hablábamos de la *higuerilla* con respecto al potasio. En plantaciones de naranja, de café, acostumbramos regar semillas de higuerilla y después rozar antes de que la semilla se torne viable, con esto se tiene un abono muy eficiente en cuanto a potasio y no estamos haciendo nada que no sea orgánico. Por ejemplo una planta super rica en potasio es el *pasto elefante*, en general sería muy útil en cítricos, aunque ya se está hibridando y el problema es que no se le puede sembrar porque termina invadiendo, pero si ya se tiene sembrado este pasto como alimento del ganado, normalmente se le deja para la época de sequía porque tiene una raíz de 2 o 3 metros de profundidad, entonces lo que hay que hacer es cortarlo unas 2 o 3 veces al año para que no se endurezcan los tallos, porque así el ganado ya no se los come, entonces el pasto cortado se lleva a la plantación y es un óptimo abono potásico, ahora, de vez en cuando el pasto prende y nace, pero no es algo muy riesgoso. En cuanto al hierro se usa normalmente quelatado.

**Participante 5:** ¿Hay algunas rocas especiales en riqueza de nutrientes para aplicarlas como polvo?

**Dra. Ana Primavesi:** Para saber si la roca es buena hay que ir y mirar el pedregal, si la vegetación allí es mejor que en los lugares circundantes, la roca es buena, pero si la vegetación es peor, esta roca no sirve. Hay algo más que he estado observando, porque por toda América Latina me mandan muestras de rocas para que las pruebe: he notado que la roca es buena en la región donde es oriunda, por ejemplo una roca que viene de la región de Pernambuco, nordeste del Brasil, puede ser muy buena usada allá, pero si la uso en mi finca resulta inferior que una roca que viene de Paraná, sur del Brasil, que está más cerca de mi finca y si en Pernambuco usan la roca de Paraná, sucede lo mismo. Así que

la Naturaleza siempre produce en la región lo que se necesita. Una vez intentamos en un parque nacional en Minas Gerais, controlar un ataque de termitas en los árboles más viejos, los encargados estaban muy preocupados porque había árboles de mucho valor simbólico que estaban atacados, a cada árbol se le colocó 2 kilos de polvo de rocas y el problema se acabó, las termitas salieron y el árbol se recuperó, ahora, ¿cual es el elemento mineral que hizo salir a las termitas?, no sé.

**Participante 6:** ¿Cuál es la composición química de esas rocas?

**Dra. Ana Primavesi:** Las composiciones químicas se conocen porque normalmente quienes las comercializan tienen que presentar un análisis que indique el contenido de minerales. Pero su efecto no es por la presencia de este o aquel mineral, sino por el conjunto, la interrelación, los equilibrios y considero que esto depende de cada región, siempre hay un equilibrio diferente. Recibo muestras de polvo de rocas de toda América Latina y la mejor tiende a ser la que está más cerca de mí, pero para los demás, la suya es siempre la mejor y no porque quieran engañar, no.

**Participante 7:** ¿Qué mecanismos de biorremediación son utilizados en la preparación del compost procedente de las ciudades?

**Dra. Ana Primavesi:** Vemos por todas partes que estos preparados de microorganismos que se hacen, a veces no se realiza una fermentación adecuada para que al momento de usarlos estén en su punto óptimo, entonces por ejemplo hay que colocar oxígeno líquido para oxigenar o agitarlos intensamente, si se hace anaerobio, esto puede ser más o menos obligante, pero también se puede colocar un poco de leche cruda para favorecer la descomposición que tenemos: si el olor del preparado bacteriano es fétido, ya no sirve más, el olor debe ser fresco, cuando es un fermento anaerobio el olor es a lactobacterias.

**Andrés Torres, traductor:** la pregunta se refiere a la utilización de microorganismos.

**Dra. Ana Primavesi:** Le voy a dar un ejemplo en Sao Paulo. Las máquinas que limpian el algodón tienen cantidades enormes de las fibras cortas y cáscaras que sobran de la cosecha de este cultivo, normalmente este material lo queman porque no saben que hacer con él. Gente vinculada a la agricultura orgánica consideraron que este debe ser un producto muy bueno como abono, así que decidieron descomponerlo, para este propósito importaron bacterias del mundo entero, hasta de Australia, hay “cazadores” de bacterias en todos los continentes, las bacterias que trajeron se las aplicaron al material pero ni se inmuto. Estuve en el Instituto Biológico y les propuse descomponer el material pero me dijeron que no se podía y ¿porqué estaba segura?, la idea que tenía era contraria a la que se planteaba que había que encontrar una bacteria que lograra descomponer el material, mi intención fue crear condiciones de vida favorables para cualquier bacteria celulolítica, esto me va a realizar la descomposición, el nombre de la bacteria vendrá después, efectivamente en 3 semanas esto fue lo que sucedió, el material estaba descompuesto, y ¿que fue lo que hice?, colocar una solución con fósforo, calcio, un poco de potasio, ninguna bacteria vive sin eso, después coloqué una cantidad del material que necesitaba descomponer y una pequeña “camada” de suelo para la inoculación, hice un montículo y dejé que se las arreglaran y eso hicieron, en 3 semanas el material estaba compostado, los del Instituto preguntaron que cuál había sido la bacteria utilizada, les contesté: “ese placer les corresponde a ustedes”.

**Participante 8:** ¿Se puede decir que cuando hay hongos que están atacando a las malezas, es un indicador de deficiencias en el suelo?

**Dra. Ana Primavesi:** Si claro, esto se cumple para cualquier planta.

**Participante 9:** ¿En suelos de los Andes a 2250 msnm con pH de 4.2, hay necesidad de corregir?

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, el problema es el siguiente: si se siembra a la sombra no hay necesidad alguna, pero si se pretende sembrar a libre exposición con variedades no adaptadas, no hay necesidad de corregir pero si de suministrar un poco de calcio ya que es el elemento que más se necesita cuando se siembra directamente en el suelo. Si por ejemplo vemos en el café donde retiraron los árboles, todas las hojas están quemadas por el sol por falta de calcio, el problema no es corregir, es adicionar calcio. Ahora, considero que en los Andes es más interesante no sembrar a libre exposición, como mínimo un poco de sombra, corrección nunca. La materia orgánica es otro asunto porque el suelo es rico en ella,

la protección del suelo es un problema porque si se hace mulch, el suelo se enfría y esto es muy poco favorable para el cultivo, pero por otro lado hay que protegerlo contra la erosión, de manera que va a ser necesario sembrar especies como *Arachis* o como trébol para proteger el suelo del impacto de la lluvia y también de la erosión, y esto ocurre si el suelo está cubierto y solamente la planta del cultivo esté al sol, hay un efecto más favorable sobre la vida en el suelo y sobre el desarrollo de las plantas.

**Participante 10:** Tenemos un terreno invadido por coquito, *Cyperus rotundus*, entendemos que esta maleza es altamente agresiva para todos los cultivos.

**Dra. Ana Primavesi:** Bueno, infelizmente esta planta está invadiendo toda América, la única manera que se puede disminuir un poco es cubrir el suelo, inclusive con hojas de papel o con plástico, normalmente los tubérculos van subiendo a la superficie y luego pueden ser retirados con un rastrillo o algo semejante. En Brasil y en Paraguay se han presentado presencias muy agresivas de esta planta, sin embargo en el cultivo de la caña, el coquito no consigue sobrevivir si el suelo está cubierto con las mismas hojas de caña. Quiero conocer cuál es el motivo de su gran abundancia. En Paraguay me hicieron esta pregunta y sugerí que ya que hay tal cantidad, se puede preparar en forma de encurtido y vender como afrodisíaco que de hecho lo es, entonces a los agricultores les pareció una buena idea, pero que en el momento en que el negocio prosperara, el coquito desaparecería.

**Participante 11:** En alguna conferencia del Dr. Jairo Restrepo, él mencionaba que esta planta se controla con fertilización de magnesio.

**Dra. Ana Primavesi:** Si, pero esto funciona cuando hay poca presencia de coquito, no cuando hay mucho.

**Participante 11:** También hay informaciones sobre el uso de esta hierba para controlar el sida.

**Dra. Ana Primavesi:** Puede ser, también sé que la utilizan para enraizar estacas, se colocan 1 o 2 días en un caldo de estos bulbos y al sembrar las estacas, enraízan más rápido.

**Participante 12:** ¿Cómo es posible convertir un potrero de braquiaria en un bosque productivo o en una parcela agroforestal, cuales serían los pasos?.

**Dra. Ana Primavesi:** Depende del tipo de braquiaria, de todas maneras no se escapa de la necesidad de utilizar un desecante, porque la braquiaria es muy resistente. Ahora, si no se quiere hacer eso, el problema es que uno puede labrar pero a poca profundidad, porque cuanto más tierra remueva y esta quede más pegada a la raíces, tanto menos muere el pasto. Otra manera de eliminarla y sobre todo si ha crecido bien, es rozar 2 o 3 veces seguidas, como esta especie es autointolerante, así se disminuye su fuerza vegetativa y es más fácil de combatirla.

**Dr. Hernando Valencia:** Es interesante la pregunta porque siempre se quieren tumbar los bosques para instalar praderas y esta vez es al contrario, eso quiere decir que el curso ha tenido un buen efecto desde el punto de vista de la ecología, porque nos hemos dado cuenta con el kikuyo, cuando invade es difícil establecer los bosques por las sustancias alelopáticas.

**Dr. Marco Helí Franco:** Cuando se habla de braquiaria no podemos generalizar, en este momento en Colombia se consiguen alrededor de 15 especies y el banco de germoplasma del CIAT tiene unas 300 especies por probar, no podemos manejar el género como una sola especie. Ahora lo segundo, como pasar a un sistema agroforestal o a un sistema silvopastoril, toda vez que el pasto es un alimento para los animales, hay muchas etapas en el proceso, permitiendo la misma regeneración natural, ya que en el mismo campo hay un banco de semillas arbóreas y arbustivas nativas, que siempre lo hubo, pensemos que antes que abrir potreros hay que recordar que en Colombia los potreros se han hecho tumbando bosques, después viene la quema, después viene un grano básico, generalmente maíz y a los 6 meses ya no da nada, y quieren que allí haya un potrero que sirva para sostener la ganadería y por eso hoy en día en nuestro país estamos más mal que hace 50 años en ganadería, porque así es que se ha hecho la ganadería: no de la mano con los recursos naturales, sino deteriorándolos y acabándolos. Entonces para empezar se podría cerrar el potrero y permitir la regeneración natural, pero es muy demorado, la otra posibilidad es ayudarle a la Naturaleza haciendo arreglos espaciales y temporales de árboles y de arbustos, sencillamente se siembran. Habría que mirar de cual braquiaria se trata, si es *brizantha* o si es *Decumbens*, para ver que especies Arbustivas o arbóreas asociamos,

porque estas dos especies se diferencian en que no resisten igual penumbra por parte de un arbusto o un árbol, en fin, que no se nos olvide que braquiaria es una palabra mayúscula que hay que digerir más. Dr. Cesar Bernal: Si partimos que queremos establecer un sistema silvopastoril y queremos trabajar en franjas tipo callejones, podríamos pensar que si vamos a mantener esta zona de potrero con pastoreo, pues hay que cercar de una u otra forma. Nosotros podríamos en la plantación de árboles, en esas franjas, manejar coberturas muertas que impidan el crecimiento de la braquiaria y le ayuden al árbol a competir contra ella. Dr. Pedro Izquierdo: En este mismo sentido también va mi respuesta, la braquiaria tanto la humidícola como la decumbens, tienen una debilidad y es que son muy poco tolerantes a la sombra. En el pie de monte caqueteño, con muy buena intención pero además para darle gusto a esa necesidad de respuestas rápidas a cualquier problema, se está recomendando el Roundup, pero sabemos que es un arma de doble filo y se desconocen las ventajas de la oferta vegetal del Caquetá, si la conociéramos, ahí tendríamos la respuesta: la utilización de una especie, allá muy abundante llamada candelillo, *Trema micranta*, también le dicen zurrumbo que por su rápido crecimiento se puede incluir en un manejo como el que propone Cesar que por efecto del sombrero, no hay necesidad de acudir al herbicida. También repito la recomendación de la Dra. Ana de Guadañar 3 veces seguidas, yo no sabía que la especie fuera autorepelente, pero lo que uno ve es que la planta se adormece.

**Dr. Hernán Cifuentes:** Puedo comentarles una experiencia bastante práctica, lo primero que hicimos para responder esa pregunta, es porqué queríamos sustituir pastos por árboles, y lo segundo fue especies íbamos a utilizar, árboles maderables o forrajeros para alimentar el ganado ya que la finca estaba dedicada a la ganadería. De acuerdo a unos ingenieros agrónomos y forestales, dejamos enmalezar el potrero, posteriormente como la finca es ondulada, hicimos unos trazos en curvas a nivel, con el mismo sistema del café que es el tres bolillo, y luego nos recomendaron platear, haciendo platos de 1 metro. A medida que fuimos conociendo el sistema, estamos haciendo platos de 30 cms porque nos dimos cuenta que entre mayor área de plateo, el arbolito tiene más dificultad para crecer, así que entre más enmalezado esté el sitio, mejores resultados. Bueno, luego del plateo se hizo un hoyo y se sembraron árboles maderables como melina, nogal cafetero, cedro chicalá, roble y una que otra planta forrajera. La siembra fue en 20 hectáreas y se sembraron en noviembre, la melina ya tiene 1.20 ms, cedros y nogales tienen 80 cms. Posteriormente otras 20 hectáreas se sembraron con una mezcla de árboles frutales: mangos, guayabos, guamos y mamoncillos, los vecinos dicen que estamos locos, porque hay que esperar entre 3 o 4 años para poder meterle al potrero terneros pequeños, sin embargo la idea que tenemos, primero es cambiar la actitud, entender que es un sistema integrado, una cadena y es la mejor oportunidad que uno tiene para ver que si uno no rompe el equilibrio y no seguimos potrerizando los suelos de Colombia, el potencial ya no solamente es de producir alimentos sanos, sino de hacerlo sin destruir el medio ambiente, es la locura más rentable a largo plazo, y es la mejor oportunidad que uno tiene para ver de que si uno no rompe el equilibrio y no seguimos potrerizando los suelos de Colombia el potencial además de producir alimentos va a ser excelente. Panelista Cesar: Hay una experiencia en el Valle del Cauca en zona cafetera donde también se buscaba establecer café, lo que se hizo fue una siembra de Guandul y de Tephrosia buscando que previo un sobrepastoreo estas plantas crearan nuevamente un ambiente de sombra, debilitaran la braquiaria y, permitieran la siembra de café y funcionaran como abonos verdes.

**Carlos Ramírez:** Que tan factible es realizar la desactivación de las hormonas y de los antibióticos presentes en pollinaza y gallinaza, a través de irradiación con rayos ultravioleta? Sí la solarización ayuda contra hormonas yo no sé, pero un tratamiento a una temperatura de 75° por una semana no sirve absolutamente para nada, las hormonas son resistentes por que por ejemplo en Brasil preparan un caldo de higuera y de brote de bambú, y esprimen el jugo y lo hierven durante dos o tres horas, matando todas las enzimas, bacterias y microorganismos pero las hormonas continúan. Esto lo pulverizan sobre el café el cual da un desarrollo bastante satisfactorio. Yo no creo que las hormonas sean desactivadas por la solarización.

**Tomás León:** En lugar de desactivar una serie de hormonas en una gallinaza es mejor utilizar otra materia orgánica, por los altos costos que supongo que tendrían los rayos UV. Copn la Brachiaria pasa algo parecido; es difícil convertir ecosistemas de sabana en sistemas agroforestales, por que es una cuestión de vocación natural de la zona.

**Carlos Ramírez:** En concordancia con el Doctor León la tecnología podría ser posible si uno somete el material a radiaciones de ultra baja frecuencia acompañadas de altas presiones, desde el punto de vista de laboratorio es posible pero cuando se traslada a campo los costos se elevarían mucho. Sería más importante la recuperación masiva de los suelos de la orinoquía y de la amazonía frente a la aplicación de Glifosato a través de alguna de las técnicas de agricultura alternativa. No se si la Doctora primavesi tendrá algo que anotar a cerca de la aplicación de glifosato en estos suelos tipo oxisoles que se encuentran en la orinoquía y amazonia. Ana Primavesi: Las plantas más sensibles a este tipo de hormonas que vienen en la pollinaza y la gallinaza, son las cucurbitáceas como la auyama, la guatilla, pepino, entonces lo mejor que se puede hacer es evitar colocar este tipo de abono en estos cultivos.

**Carlos Ramírez:** El chinche de los pastos y la chiza son indicadores de deficiencias de los cultivos y pasturas?

**Ana Primavesi:** Yo no he descubierto todavía cual es la deficiencia porque en mi finca no aparece. Al principio en el Brasil todo el mundo decía que hay que mantener el pasto bajo para que el sol matara el chinche, pero el sol no mata nada así que después dejaron crecer bastante la vegetación, y ya eso no le gusto y desapareció. Normalmente el chinche aparece en otros cultivos por que el suelo esta muy compactado. Ahí la desaparición del chinche se explica porque cuando la planta crece y desarrolla su sistema radicular afloja el suelo.

**Marco Elí Franco:** Los doctores Villalobos en México y Vallejo en Colombia están conduciendo una investigación acerca de estos melolóntidos del suelo, la cual indica que ellos no son rizófagos obligados sino que comen raíces muertas y otros micro y mesoorganismos del suelo, que incluso parecen estar siendo predigeridos en el intestino de la chiza y que al ser devueltos al suelo, representando un papel semejante al de la lombriz. Así que no los veamos simplemente como plagas que nos atacan el cultivo. Tomás León: El Doctor Carlos Ramírez prepara un chizo compuesto.

**Carlos Ramírez:** Es un resultado mi actividad pragmática de agricultor en la que observado la actividad de las chizas, las hemos puesto a descomponer material como ramas, raíces y hojarasca gruesa que en algunos casos funciona mucho mejor que el lombricompuesto. Yo estoy de acuerdo que hay que dejar de verlo como enemigo público porque es Mojojoy y no Mono Jojoy. Panelista Cesar: He tenido la oportunidad de ver a la chiza actuando como plaga en el corregimiento La Bella en Pereira, en el municipio de Bolívar en Santander en zonas cebolleras, cuando hay malas aplicaciones de pollinaza y gallinaza, sin descomponer, y siendo la chiza un descomponedor de materia orgánica, ella entra a procesar estos materiales y obviamente comienza a afectar las raíces de las plantas. Habría que reflexionar si la pregunta se refiere a zonas de tierra fría con pasturas de kikuyo en las que se hallan hecho malas aplicaciones de materia orgánica o si estas han sido debidamente compostadas, o el manejo que se le allá dado a la pastura. Carlos Ramírez: Es bueno que el Doctor Cesar haga esta reflexión porque en cierta medida se une con la pregunta anterior con respecto a la gallinaza, la experiencia que yo he tenido con cultivos de cebolla junca (*allium fistulosum*) en Pereira, que ha recibido aplicaciones masivas de gallinaza, de tal manera que las únicas que pudieron comenzar a resolver esta situación fueron las chizas entonces de ser una enemiga pública pasó a ser la solución del problema al punto de que empezaron a comprar chizas en las fincas vecinas para ponerlas a trabajar en el cultivo. ¿Qué opinión le merece la aplicación o incorporación de ácidos húmicos que se ofrecen en el mercado como el proveniente de la Leonardita? Ana Primavesi: No se francamente todos estos ácidos húmicos algunas veces hacen un efecto, que yo nunca ví un efecto más arrasador. La idea de la fertilización en zonas tropicales es animar la vida del suelo pero en el ácido húmico toda descomposición ya ocurrió por lo tanto no es un material que anime la vida del suelo. Así que se puede y se debe aplicar ácidos húmicos en hidropónicos porque ayudan un poco pero en el campo no. Mi nombre es Miriam Bendec he trabajado muchos años con sustancias húmicas. Las derivadas de las

leonarditas son prácticamente inocuas en un suelo en razón de que la leonardita es un primordio de carbón mineral, es decir un carbón de bajo nivel calorífico y por esto podemos solubilizarse en NaOH. Si las sustancias húmicas que están en el suelo tienen tamaños moleculares de dos millones a 500 mil unidades Dalton (el diámetro del ión de Hidrógeno), que tan factible es que penetren y sean activas en el suelo, es decir activas a nivel foliar. Esto es bien discutible. El efecto que se ha notado que tienen estos materiales está más relacionado con las sustancias químicas con la cual se solubilizan tipo KOH, calcio no porque requiere un pH del 12 para poderlo solubilizar algo de nitrógeno en forma de amonio, el efecto real que se observa está relacionado con esos nutrientes más no directamente con las sustancias húmicas. Hernando Valencia: Lo que se es muy costosa la aplicación y teniendo en cuenta todas las alternativas que hemos visto pues estas me parecen mejores. Miriam Québec: No y un comentario adicional. Lo ideal de un suelo es poder tener materiales activos nada mejor que un compost para ofrecer esta energía que necesita el suelo. Sustancias húmicas como tales en mayor o menor grado la hay en todos los suelos. Pero eso no es lo que se necesita lo que hace falta es agregar material orgánico en estado de transformación para que aporten a los suelos primero nutrientes y segundo en algún momento llegaran a formar sustancias húmicas. Lo importante es la transformación en el momento que se agrega y el estado estable que es la formación de humus. Carlos Ramírez: Como se descompacta un suelo en la parte superficial y en Profundidad?

**Ana Primavesi:** El Gran problema de descompactar en profundidad lo realizan solo raíces porque el subsolador no hace una descompactación durable, el rompe pero con dos lluvias ya está nuevamente compactado. Yo por ejemplo cuando comencé a trabajar en mi finca el suelo estaba de tal manera compactado que con un arado con sobre peso de 700 kilos penetré 4 centímetros, era algo impresionante. Cada uno trabaja a su manera pero mi filosofía fue precisamente dejar que las propias raíces descompactaran el suelo, entonces comencé a plantar en la superficie sin remover las capas duras, sino únicamente aquello que el rastrillo penetraba con facilidad, y hoy en día el suelo es tan blando que el rastrillo se hunde y esto ha sido realizado únicamente por las raíces (junto con la fauna del suelo) y no por máquinas. Las plantas indicadoras de compactación del suelo como *Cenchrus echinatus* desaparecieron porque simplemente no tenían más condiciones de crecimiento. Tomás León: Roberto trabajó mucho tiempo en los suelos del valle del río Cesar que estaban totalmente compactados y con una capa de 3 a 4 centímetros de carbonatos.

**Ana Primavesi:** Si se revuelve la tierra muerta hacia la superficie se arruina todo de nuevo. Porque esta se disuelve con la lluvia forma una costra, la arcilla penetra en el suelo, forma una costra subsuperficial y el suelo queda completamente dañado, así que la única manera es mantener la capa que ya está recuperada siempre en la superficie. Usted puede penetrar unos 2 cm dentro de la capa compactada del suelo con el rastrillo pero yo nunca lo hice, yo siempre dejé que propia vegetación y la propia vida del suelo fue penetrando hasta que se descompactó el suelo. Roberto Forero: El proyecto de Cesar 95 fue un proyecto del IICA con Carlos Brigard fue realizado en suelos que eran totalmente improductivos, porque tenían 55 años de castigo de discos, de erosión, de agroquímicos, hasta 18 aplicaciones de químicos le hacían a esos suelos y todo el poder del sol. Allí se hizo una cincelación profunda, se sembró crotalaria la cual fue un milagro para fijar nitrógeno y producir materia orgánica, se cortó la crotalaria y se dejó del suelo para arriba, eso es muy importante como lo ha dicho Ana Primavesi, pues cualquier material que se entierre inmediatamente seca el suelo y produce lixiviación de los minerales que se encuentran en esa materia orgánica. De manera que sobre esta capa de crotalaria cortada se hizo siembra de precisión. Los resultados fueron: en los lotes de los agricultores que no tenían 55, sino únicamente 5 o 4 años de castigo, es decir lotes relativamente jóvenes el algodón se quedó a la altura de la rodilla, cada planta tenía 4 o 5 copos de algodón. Y el rendimiento fue menos de 1 ton/ha. Mientras el suelo que se descompactó con cinceles vibratorios y se abonó con crotalaria las plantas alcanzaron una altura de 1.80m y cada planta produjo hasta 60 copos de algodón y la cosecha estuvo entre 6 – 7 ton/ha. La utilidad por hectárea pasó de 70 US\$ a 2000 US\$. Para finalizar hubo una pregunta acerca de cómo conseguir la materia orgánica para los suelos. Yo les diría que en el horizonte B están las semillas de las plantas que habían en América antes de que viniera

Cristóbal Colon. En las tumbas egipcias se han encontrado semillas de trigo que germinaron después de 4.000 años de inactividad. De manera que en horizonte B hay un gran banco genético de todas las plantas que por millones de años evolucionaron en el lugar y que han sido exterminadas por los herbicidas y por la guerra de la Revolución Verde contra ellas, así que es solo darles la oportunidad de cincelar y aprovechar unas buenas lluvias para que ellas vuelvan a expresarse, para poder volver a tener esta fotosíntesis convertida en materia que devuelta al suelo es la comida para los microorganismos y la vida del suelo. Yo creo que ahí está el secreto de cómo propiciar esta materia orgánica. Ayer nos contaban que en minas de cielo abierto donde ya no hay materia orgánica crecen plantas y esto se explica por que pueden estar fijando nitrógeno por medio de bacterias que viven en el mismo cuerpo de la planta, así que la vida es tan resistente que es difícil de exterminarla y solo hay que volver a descubrir las reglas elementales para volver a tener productividad y vida en los suelos. Panelista Cesar: Hay que evaluar y diagnosticar las prácticas que han llevado a la compactación suelo para modificarlas, porque sino tras la cincelación esto se va a volver compactar. Carlos Ramírez: A que tipo de deficiencia obedece la presencia de Botritis en tomates bajo invernadero?

**Ana Primavesi:** Casi en todos los cultivos es una deficiencia simultánea de Cobre y Boro. Que planta se podría utilizar para adicionar estos minerales? Boro se encuentra en toda la materia orgánica, el cobre es un poco más complicado. Carlos Ramírez :¿Como se recomienda la aplicación de Boro y Molibdeno? y ¿la deficiencia de potasio en algodón se puede confundir con la presencia de *Alternaria sp*? ¿Y se conoce alguna experiencia de algodón asociado con maní para no asociarlo con trébol?

**Ana Primavesi:** La deficiencia de molibdeno normalmente se registra en algodón, ahora la deficiencia de boro se puede descubrir bastante fácil al aumentar un poco el potasio, pues si este no hace efecto o causa efecto negativo es que falta boro. La asociación de algodón con maní no la conozco. Tomás León: El costo de llevar los análisis de suelos hasta micronutrientes, hace que en Colombia no se halla generado la cultura para ello. La cultura es NPK, por lo tanto hay muchas incertidumbres sobre el balance de estos micronutrientes y la salud de las plantas en la mayoría de nuestros cultivos. Marco Elí Triana: Cada vez más está cobrando más importancia el análisis microbiológico del suelo, que con el tiempo se podría ponerse a la par en importancia del análisis químico del suelo. Porque son los microorganismos los que potencian la aplicación de materia orgánica y los que finalmente transfieren los nutrientes a las plantas. Roberto Forero: Nosotros decimos que en la agricultura orgánica las plantas comen en un restaurante natural, mientras que en la agricultura química están en un hospital donde solo comen NPK y se enferman porque tienen una dieta poco variada. Los microorganismos son los cocineros(que fabrican vitaminas, aminoácidos y sustancias promotoras de crecimiento) y meseros (que transfieren estas sustancias), en el video de Nasser Yousef se ve la importancia de aplicar polvos de rocas como el fosfato de araxa o fosforita Huila, polvos de mármol o polvos de las piedras de las fincas, allí se encuentran enormes cantidades de micronutrientes que los microorganismos van a tomar para así dárselos a sus clientes que son las plantas. Así por ejemplo el caldo súper 4 rico en 6 elementos o el Súper magro que tiene 9 y que no cuesta nada fabricarlos, proporcionan estos micronutrientes. Tengo entendido que el análisis microbiológico no es tan diciente como el análisis de actividad enzimático del suelo, Quién sabe algo sobre eso? Pedro Nel Murcia: Las enzimas son las herramientas que tienen los microorganismos para entrar a degradar cualquier tipo de compuesto, así que esta es una forma más directa de evaluar la actividad microbiológica del suelo. E este momento en el Centro Internacional de Física estamos analizando la actividad de 4 enzimas diferentes bajo distintos sistemas de labranza. las metodologías de que se dispone han sido elaboradas para suelos de otras latitudes; un trabajo que se está haciendo en la Universidad Nacional de Palmira es el de evaluar su aplicación en nuestros suelos. Carlos Ramírez: El problema es lo que uno considera que es un análisis. Un análisis es un aproximativo a la situación de la cosa analizada, pero no revela exactamente todo lo que allí está sucediendo. Pero si uno utiliza una mezcla de indicadores es posible acercarse con bastante precisión a la situación del suelo, es decir que uno utiliza un análisis físico – químico y microbiológico del suelo o un análisis fisicoquímico y además lo que indica el tipo de plantas que allí crecen, el crecimiento de las mismas y el estado de la raíces de las plantas cultivadas, el olor, el color y

la compactación del suelo, es posible ir completando el cuadro ya que esta situación siempre va cambiando por ejemplo desde el momento en que uno toma la muestra y cuando uno toma el pH ya ha cambiado un poco, hasta la cantidad de enfermedades nos están indicando, uno puede caer en la neurosis analítica, por que hay una cantidad de indicadores que pueden ser utilizados: el tipo de insectos y enfermedades son también indicativos de lo que está sucediendo con el suelo, y de lo que podemos hacer con él. El tipo de plantas que allí crecen no solo son indicadores, sino en muchos casos, correctoras de la situación, como lo plantean la doctora Primavesi, y María Thun en sus publicaciones, don de se explica cómo se pueden prepara estos caldos de hierbas como remediadores. Así que a veces no es tanto que nos entreguen en una hoja los resultados del análisis, sino aprender a leer en el libro del suelo lo que estamos pasando por alto. Ana Primavesi: sólo quería decir que el análisis de cada enzima requiere un método específico, que se encuentra en cualquier libro especializado. Ahora en la planta nosotros lo hicimos analizando por cromatografía de placas, pero el problema es que eso requiere de patrones (de calibración), y esos por ahora sólo existen en algunos pocos países, como en Suecia, pero aquí en América Latina hay muy pocos patrones. Hernando Valencia: Siempre se han buscado indicadores biológicos de la calidad del suelo, y aunque el número de microorganismos presentes no indica necesariamente la actividad microbiana, este parámetro se exige actualmente en Norteamérica al vender una finca, pues da una idea aproximada de la fertilidad. Ahora se está tratando de analizar ciertos grupos sensibles, como amonificadores, nitrificantes, fijadores biológicos de nitrógeno, solubilizadores de fosfato o bacterias endofíticas, (estas últimas relacionadas con la agregación), que funcionan como indicadores específicos de ciertas condiciones. César: Sin ser microbiólogo, quiero anotar que, dado que las poblaciones microbianas son tan cambiantes, habría que hacer análisis secuenciales, pues al cambiar por ejemplo del invierno al verano, se dan variaciones. Carlos Ramírez: Yo insisto en que no debemos caer en la neurosis analítica, porque con los análisis de suelo pasa lo mismo que con los exámenes de orina, que miden lo que había en la muestra en ese momento. Ahora, eso sirve como un parámetro para decir unas cosas, pero hay que relativizar el problema de la muestra, porque sino acaba uno montando un laboratorio para cada grano de suelo. Pregunta: Si los residuos orgánicos de las ciudades no pueden usados directamente como abono, cómo hacer para procesarlos y ayudar a limpiar las ciudades? Ana Primavesi: la basura orgánica de la ciudad es usada en muchas fábricas para producir compost, y en Indonesia e Indochina ellos usan EM, que rocían por encima de la basura, para al menos retirar el olor, y después sí fabrican el compost. El problema es que no sabemos cuantos agrotóxicos permanecen en este compost. Los clorados y fosforados son muy difíciles de retirar. Así que lo mejor es usar los propios residuos orgánicos de la finca, y a partir de allí ir disminuyendo el uso de agrotóxicos, porque el compost de estas fábricas siempre conserva los mismos niveles. Tomás León: la gestión de residuos sólidos en las ciudades es un problema complejo; en este momento se está imponiendo la incineración controlada de las basuras en ciudades muy grandes, para aliviar el problema de los lixiviados. Estas basuras pueden ser utilizadas en cultivos forestales u otros que no impliquen producción directa de alimentos. Carlos Ramírez: el doctor Miguel Valser, decía que no toda basura compostable era orgánicamente aceptable, y ahí hay un problema de responsabilidad compartida, pues no se le puede exigir a una escuela de agricultura que resuelva un problema que es constitucional a una forma de vivir, que es la consumista. Nosotros estamos impulsando que junto con el camino de lo sustentable, de la seguridad alimentaria, debemos también trabajar por un consumo responsable, ya que sin esos dos componentes es mucho más difícil lograr vivir en este planeta. Pregunta: a raíz de la operación del proyecto URRÁ I, el caudal del río Sinú pasó de 1000 a 700 metros cúbicos por segundo en invierno y 100 metros cúbicos por segundo en el verano, trayendo como consecuencia la salinización de los suelos en la zona del delta de la desembocadura. ¿Sería ideal trabajar los suelos con estiércol fresco, para poder sembrar nuevamente arroz y fríjol, o qué nos recomiendan? Ana Primavesi: bueno, usted quiere decir que en el invierno el caudal ha disminuido mucho, y la tierra está compactada y hay poca agua que infiltra. La salinización normalmente no es consecuencia de la disminución del caudal, suele ser un proceso en parte edafológico y en parte por irrigación. Es decir, si

el agua solamente sube del subsuelo hacia la superficie, y no hay lavado de esta agua hacia abajo entonces el suelo se saliniza. Seminarista: Se trata de una penetración de la cuña salina del mar debida a que el río no tiene la fuerza para desplazar las aguas.

**Ana Primavesi:** esta situación es difícil de evitar, pero se pueden hacer dos cosas. La una es avisar a los cultivos que van a tener que lidiar con aguas salinizadas, como lo hacen en Brasil en Río Grande del Sur. Como ellos saben que por lo menos dos veces durante el cultivo, éste va a ser invadido por el mar entonces ellos pulverizan una solución de 0,001% a 0,003% de sal por sobre las semillas que van a ser sembradas y estas se programan para utilizar la sal. De esta manera el arroz por ejemplo soporta una gran cantidad de sal por algún tiempo. El segundo procedimiento para desalinizar el suelo es aplicar paja por lo menos una vez cada dos años. Por ejemplo usted planta sorgo y luego deja descomponer la paja; este cultivo es bastante ventajoso por que primero el sorgo baja el nivel freático y después tiene una relación carbono – Nitrógeno bastante alta y con eso transforma la sal que está soluble en carbonatos que no son solubles, no causan daño y si disminuyen la salinización. Lo tercero es plantar cultivos desalinizantes como algodón, trigo morisco y probablemente sorgo y alfalfa también pues es buena para suelos levemente salinizados, con ph de 6.5 a 7.8. Estas son las tres posibilidades que hay de lidiar con estos suelos. En cuanto al estiércol fresco yo no lo recomiendo mucho porque generalmente se usa de manera líquida y fermentado aeróbicamente o mezclado con paja (tres partes de paja y una de estiércol) y fermentado anaeróbica mente, pero de cualquier manera hay que fermentarlo porque ningún cultivo lo recibe bien estando fresco. Seminarista: hemos aplicado estiércol fresco, dejando descansar el suelo unos dos meses y hemos podido plantar plátano y arroz con buenos resultados. **Ana Primavesi:** Bueno si han dejado descansar el suelo puede funcionar pero inmediatamente si es complicado. Seminarista: también hemos colocado riego para lavar el suelo.

**Ana Primavesi:** Para lavar el suelo necesita dos cosas: primero un buen drenaje porque si no lo hay, y coloca agua dulce sobre el suelo simplemente aumenta el nivel freático. Lo segundo yo creo que el suelo debe ser muy permeable. La base para mantener estos suelos buenos es mantener una cobertura muerta, como de paja por ejemplo, para que el suelo este al máximo protegido, y no haya movimiento del nivel freático hacia arriba. De lo contrario usted no va a tener una sino dos fuentes de salinización, una de arriba y otra de abajo.\*\* Pero sin drenaje nada funciona. De qué tamaño es el área? Seminarista: son 14 kilómetros cuadrados.

**Ana Primavesi:** es un área muy grande, así que va a ser difícil drenar a través de “valetas”, que consiste en levantar las camas unos 20 cms. ó 30 cms. Con este tamaño de terreno van a tener que drenar a través de acequias que dependiendo de la textura del suelo tienen que ser más o menos espaciados; esto puede ser consultado con cualquier especialista en drenaje. También está la opción de plantar girasol, que disminuye bastante el nivel freático y desaliniza. Utilizando simultáneamente todas estas técnicas yo creo que pueden salir adelante. Pregunta: En un suelo andino colombiano entre 2.500 y 2.800 metros, afectado por ganadería excesiva, cuál sería una vía para recuperarlo empleando materia orgánica, o cuál sería la mejor estrategia?

**Ana Primavesi:** usted conoce la cantidad de materia orgánica del suelo? Porque a esta altura normalmente la materia orgánica no falta. Panelista: esta pregunta en parte se responde con lo que hablamos de brachiaria. Este debe ser un suelo en kikuyo o raigras así que como allí hay bastante materia orgánica podríamos pensar en una aplicación de EM- 4 que nos ayude a mineralizar esta materia orgánica. Pero naturalmente habría que cercar para restringir el ganado, y permitir una revegetalización natural, o hacerla artificial plantando diferentes tipos de árboles.

**Ana Primavesi:** tampoco es el caso de destruir la turba. Qué es lo que está queriendo sembrar? Publico: a esa altura generalmente se siembra papa o pasto. Tomas León: hay que tener cuidado con ese tipo de preguntas tan generales porque en las alturas que menciona la pregunta hay una diversidad de suelos según su origen, según su pendiente, y según el régimen climático, de manera que hay que especificar un poco. Marco Eli Franco: así como son de puntuales nuestras preguntas son de puntuales nuestras explotaciones, yo si quiero llamar la atención porque estas preguntas prácticamente piden una receta para algo muy puntual. Yo quiero resaltar el concepto de manejo

integral de sistemas de producción. Debemos tener una visión holística de las cosas, para hablar de principios y de conceptos más que de fórmulas. Las últimas preguntas han versado sobre el problema particular de cada finca. Pregunta: Qué piensa de la destrucción de cultivos transgénicos que ha ocurrido en Francia y Brasil?

**Ana Primavesi:** Yo estoy en contra de este tipo de actitudes porque no resuelven nada, por ejemplo en Río grande del Sur, que es donde más cultivos transgénicos destruyen ya tenemos cerca de un millón de hectáreas plantadas.